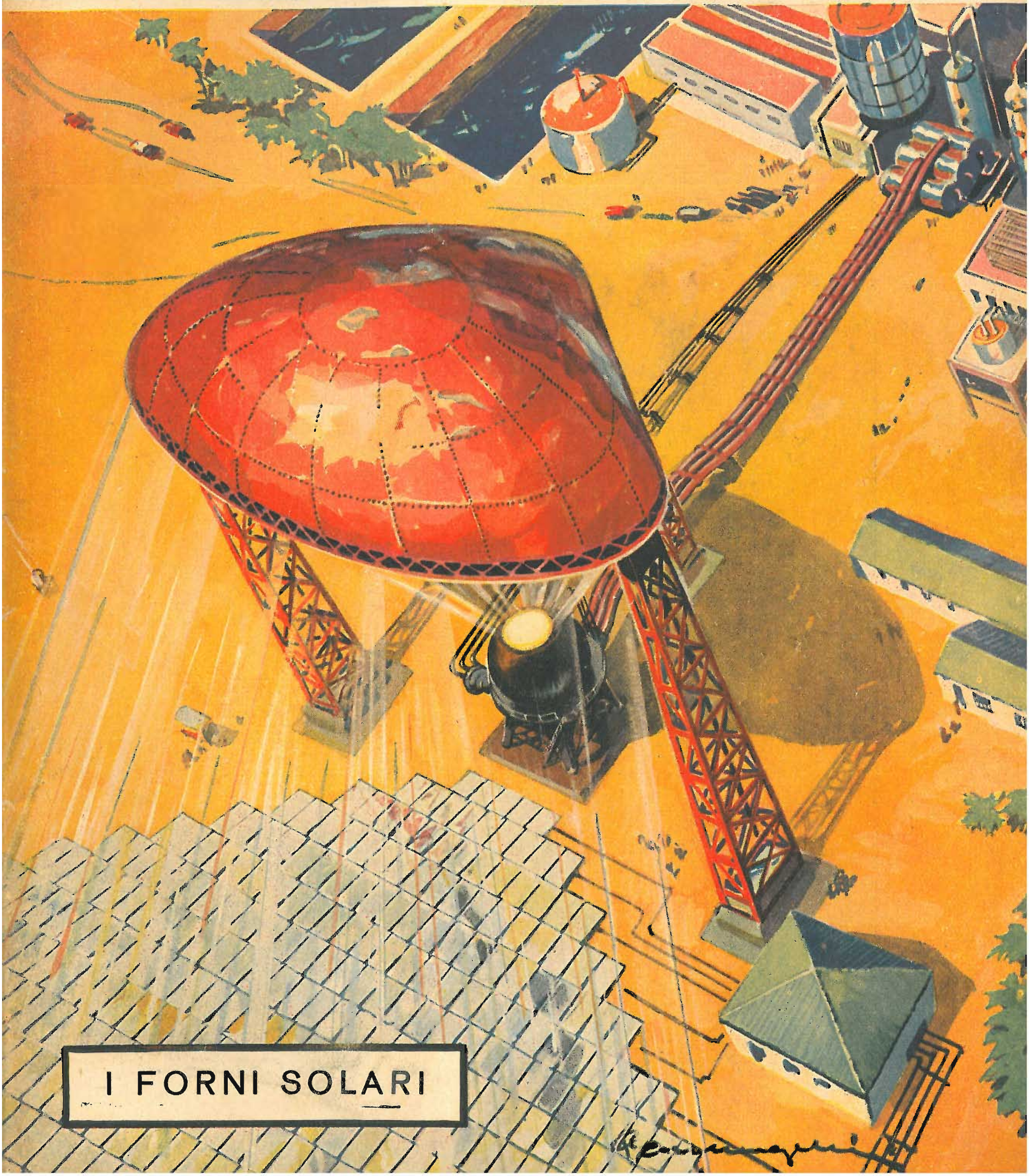
SCIENZA E VITA

DICEMBRE 1949 N.° 11 100 LIRE



I FORNI SOLARI

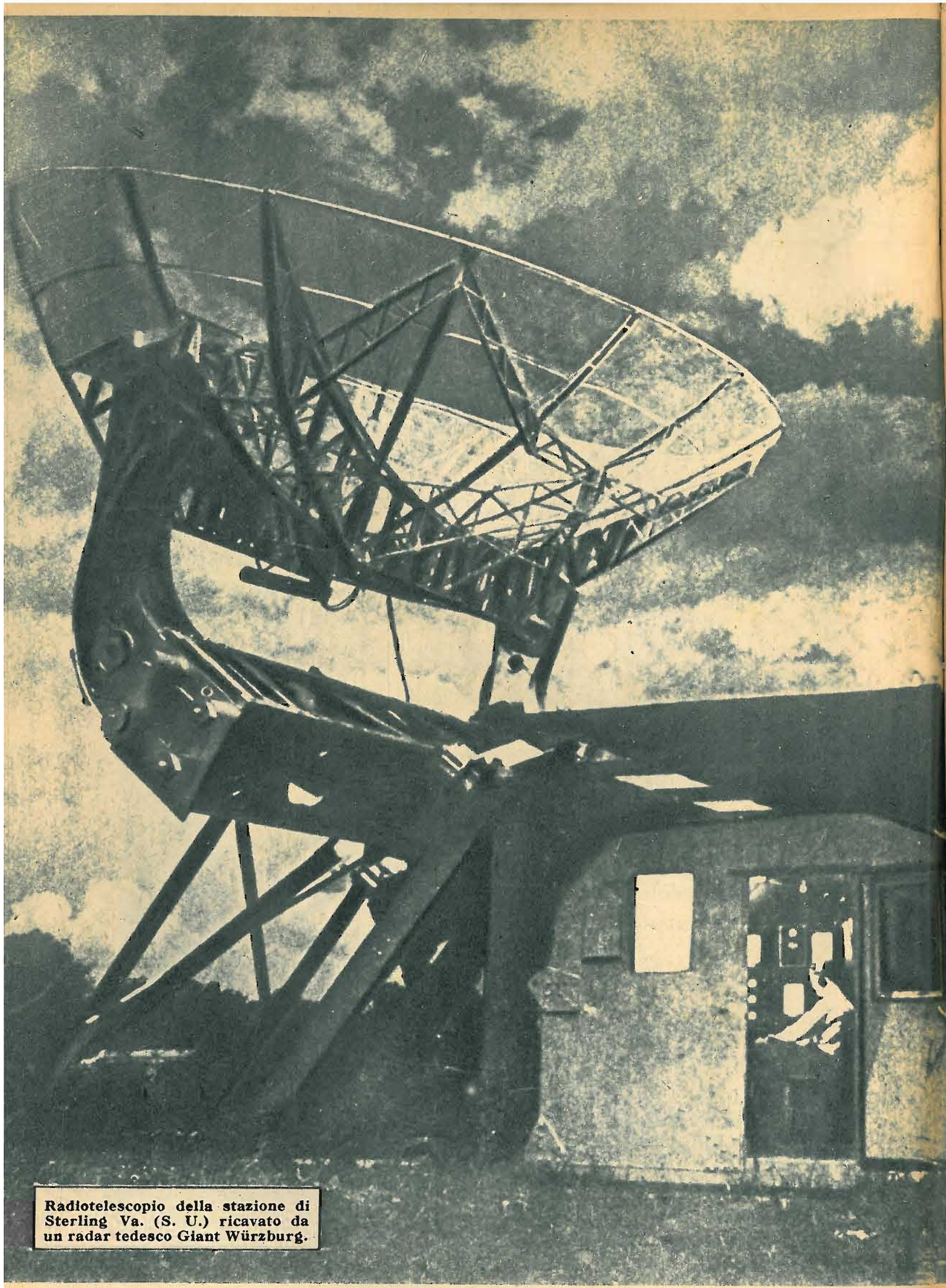
SCIENZA E VITA

Anno I - Numero 11 Spedizione in abbonamento postale: III Gruppo **Dicembre 1949**

SOMMARIO

SCIENZA E VITA, rivista mensile delle scienze e delle loro applicazioni alla vita moderna - **Direzione e redazione:** Roma, Piazza Madama 8; telefono 50919 - **Indirizzo telegrafico:** Scienzavita Roma - **Abbonamenti:** Milano, Piazza Carlo Erba 6, telefoni dal 206.501 al 206.504; Conto Corrente Postale 3/2076 - **Pubblicità:** s.r.l. Pubblicità Grandi Periodici Milano, Via Senato 11, Tel. 790.121 - **Distribuzione:** Rizzoli & C., Piazza C. Erba 6, Milano

Un numero ordinario costa 100 lire - ABBONAMENTO ANNUO (12 mesi): IN ITALIA 1000 lire; invio raccomandato 1120 lire - ESTERO: 1500 lire; invio raccomandato 2300 lire - Ogni richiesta di cambiamento di indirizzo deve essere accompagnata da 20 lire di francobolli e dalla precedente fascetta - Versamenti per vaglia postale, assegno bancario: a Milano, Piazza Carlo Erba 6 o C. C. Postale 3/2076 Rizzoli & C. Milano



Radiotelescopio della stazione di Sterling Va. (S. U.) ricavato da un radar tedesco Giant Würzburg.

Onde radio provengono dallo spazio siderale

IL RUMORE DEL SOLE E DELLE STELLE

I radiotelescopi permetteranno agli astronomi e ai fisici di esplorare l'Universo attraverso una nuova finestra apertasi nello spettro delle radiazioni emesse dagli astri, i quali appaiono simili a gigantesche fucine dove, fra l'assordante rumore di mille suoni direttamente non ancora definiti, si compiono i complicati processi della moderna alchimia.

UNA PAGINA drammatica nella storia delle scoperte astronomiche: nel febbraio del 1942 i radar in difesa della costa inglese furono messi fuori servizio da un *rumore* continuo di natura esterna agli apparecchi. Com'è naturale, si pensò all'azione di un dispositivo nemico; senonchè, scandagliando il cielo per riconoscere la provenienza del *rumore*, si concluse che il responsabile era il Sole. L'astro si trovava appunto allora in un periodo di intensa perturbazione; e poichè una zona di macchie molto *attiva* passava al suo meridiano centrale, proprio ad essa doveva essere attribuita l'emissione dei *rumori* che avevano disturbato il funzionamento dei radar; cioè dal Sole doveva avere origine una emissione di onde elettromagnetiche di lunghezza pari a quelle di lavoro dei radar.

Sebbene nel passato Marconi avesse già sospettato la presenza di onde radio provenienti dal cosmo, questa si può considerare la prima osservazione scientifica di radio-onde emesse da una zona perturbata del Sole. Tuttavia anche all'epoca del precedente massimo dell'attività undecennale del Sole nel 1936, un dilettante inglese — tale Heightmann — aveva segnalato a Sir Edward Appleton, senza darne tuttavia la garanzia assoluta, l'esistenza di alcuni misteriosi segnali di origine non terrestre e perturbatori delle ricezioni radio.

La scoperta del 1942 fu tenuta segreta per evidenti ragioni di guerra, e solo nel 1945 Appleton e J. S. Hey pubblicarono sulla rivista *Nature* un primo breve rapporto sull'emissione di queste potenti radiazioni elettromagnetiche nella gamma delle frequenze radio, associate con l'attività delle macchie solari.

Spettro hertziano degli astri

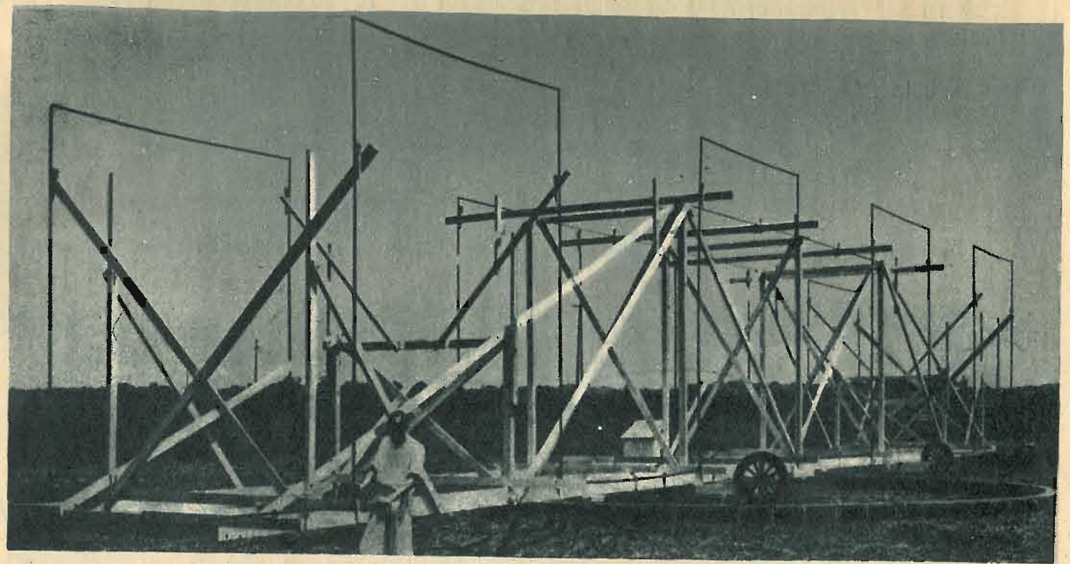
Il tramite di tutte le nostre conoscenze dell'Universo cosmico è la piccola *finestra* delle radiazioni elettromagnetiche che provengono dagli astri e che sono rivelate ai nostri sensi da *ricevitori* vari. Si tratta sostanzialmente di poche ottave nello spettro di queste radiazioni: quelle comprese nella regione *visuale* delle onde luminose (tra 3 600 e 7 800 Ångström), corrispondenti ai colori tra il violetto e il rosso, che appaiono nell'arcobaleno e nella *dispersione*, attraverso un prisma, della luce del Sole e delle stelle; ad esse si accompagnano le radiazioni corrispondenti alle gamme limitrofe ed estreme dell'*ultravioletto* (dalla parte delle minori lunghezze d'onda, tra 1 360 e 3 600 Ångström) e dell'*infrarosso* (dalla parte delle maggiori tra 7 800 e oltre i 30 000 Ångström). Queste due ultime gamme di radiazioni sono entrambe invisibili all'occhio umano, e vengono rivelate, se appartengono all'ultravioletto, dall'effetto chimico (fotografia) e dall'effetto calorifico (fotoelettrico e termoelettrico) se appartengono all'infrarosso.

Inoltre, l'ampiezza dello spettro delle radiazioni, provenienti dal Sole e dalle stelle, viene ridotta nel passaggio delle radiazioni stesse attraverso l'atmosfera terrestre. Infatti le radiazioni sono arrestate: nella regione delle onde più corte verso i 2 900 Ångström dall'assorbimento degli strati di ozono, che si trovano nelle alte regioni dell'atmosfera terrestre; nella regione delle onde più lunghe, verso i 9 ÷ 10 000 Ångström, dall'assorbimento del vapor d'acqua. Lo studio dello spettro verso le onde più lunghe trova inoltre ostacolo nella progressiva insensibilità dei ricevitori fotoelettrici e termoelettrici. Tuttavia recentemente G. Kuiper, direttore dell'Osservatorio McDonald nel Texas ha adoperato una nuova cellula fotoelettrica al solfuro di piombo (*cellula di Cashman*) che si è mostrata estremamente sensibile all'infrarosso.

Enorme è stato quindi l'interesse destato negli astronomi e nei fisici dal campo di osservazione che era reso possibile dalla nuova più vasta *finestra* aperta sulla gamma delle onde elettromagnetiche (centimetriche e metriche) emesse dagli astri. In altre parole, allo *spettro ottico* degli astri, si aggiungeva un più esteso *spettro radio* o *hertziano*, di cui Appleton ha dato recentemente un primo abbozzo.

I rumori galattici

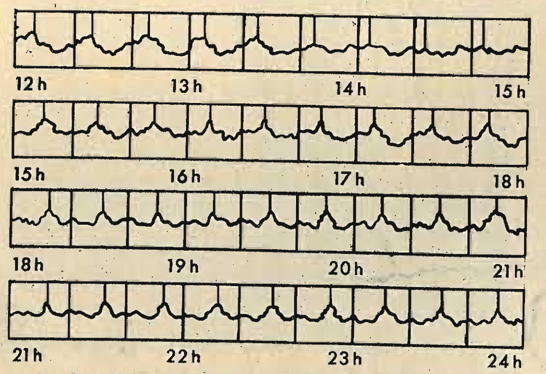
Da qualche anno era apparso chiaro come alcuni *rumori* uditi negli apparecchi radioriceventi — più intensi e diversi dai cosiddetti rumori *atmosferici* e dai *rumori di fondo* dovuti all'agitazione termica degli elettroni nei circuiti — spe-



Il sistema di antenna ruotante con cui Jansky nel 1932 scoprì i radiorumori galattici, ricavandone il...

cialmente nella gamma delle onde corte, dovevano essere di origine extraterrestre, provenendo addirittura dagli spazi interstellari, mentre prima venivano spesso attribuiti ad imperfezioni degli apparecchi.

La paternità ufficiale della scoperta di questi *rumori galattici* appartiene a R. G. Jansky dei Laboratori della Bell Telephone, il quale nel 1931 aveva montato il suo radioricevitore con un sistema di antenne a quadro girevole, capace di rotare nel piano verticale con periodo 20 minuti. Riportando in grafico le varie intensità dei rumori parassiti registrati, Jansky ottenne una curva ondulata ad andamento sensibilmente periodico, coi punti di massimo corrispondenti ad una posizione dell'antenna-quadro, orientata verso una data regione della Via Lattea. Se l'andamento della curva fosse dipeso soltanto dalla rotazione dell'antenna, i massimi avrebbero dovuto susseguirsi con l'esatto intervallo di 20 minuti l'uno dall'altro, cioè ad ogni periodo di rotazione dell'antenna. Si notava, invece, un leggero e continuo spostarsi di questi massimi, dovuto allo spostamento apparente della Via Lattea per effetto della rotazione diurna della sfera celeste, e Jansky ne dedusse che la sorgente dei segnali radio extraterrestri doveva essere ricercata nella Via Lattea. Il fatto, poi, che alcuni massimi erano più accentuati degli altri trovava spiegazione nel passaggio del piano dell'antenna in corrispondenza delle regioni più ricche della Via Lattea, come sono appunto quelle dello Scorpione-Sagittario, in direzione del centro galattico.



...grafico della loro variazione con la longitudine galattica. Registrazioni eseguite per 12 h consecutive; i massimi di intensità sono sfasati rispetto al periodo di 20 min con cui ruotava l'antenna, rivelando l'origine galattica delle emissioni.

Le ricerche di Jansky furono riprese e perfezionate nel 1940 da Grote Reber, che mise in opera una grande antenna a forma di specchio parabolico del diametro di 10 m, nel cui fuoco era posto il ricevitore accordato sulla lunghezza d'onda di 2 m all'incirca, e in seguito anche su quelle di 5 m. L'antenna parabolica era girevole nel piano verticale con l'asse di rotazione orientato in direzione est-ovest, in modo che il riflettore poteva esplorare tutto il piano del meridiano; la rotazione diurna apparente della sfera celeste provvedeva poi alla variazione secondo l'angolo orario. In sostanza, il dispositivo permetteva di seguire la Via Lattea in tutta la sua estensione.

I risultati confermarono in pieno le prime vedute di Jansky, e cioè l'*origine galattica dei radio rumori*, che manifestavano un massimo principale di emissione nella direzione del Sagittario (centro galattico) e un minimo in quella dei Gemelli (nella direzione opposta). Altre registrazioni furono fatte negli anni seguenti, ancora da Reber e poi da Hey, Parsons e Phillips, e rivelarono, fra l'altro, un secondo centro di emissione nella direzione della costellazione del Cigno, e in genere una forte concentrazione lungo il piano galattico.

La materia interstellare

Quale è l'origine e quale la causa di queste emissioni radioelettriche sideree?

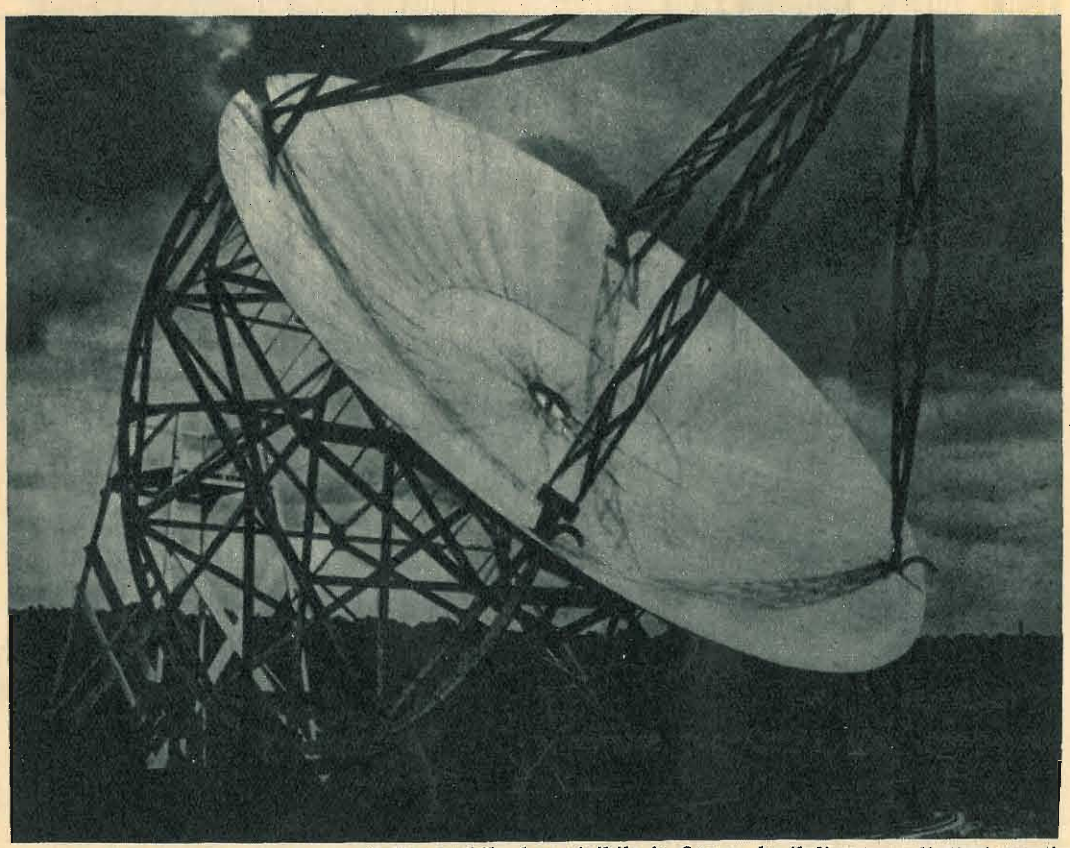
Già da molto tempo gli astronomi si sono andati persuadendo che non tutta la materia dell'Universo è attualmente condensata in stelle e che invece gran parte di essa (quasi la metà, e forse anche di più) è distribuita nello spazio, sia sotto forma di grosse *nubi* (nebulose galattiche, oscure o brillanti come quella di Orione) e sia principalmente sotto forma di materia amorfa, diffusa nello spazio interstellare.

In effetti, il volume occupato dalle stelle è quanto mai esiguo, rispetto alla totalità dello spazio: se fosse possibile ridurre i corpi celesti alle dimensioni di altrettante gocce d'acqua, queste dovrebbero essere distribuite ad una distanza di più di 70 km l'una dall'altra, per riprodurre nel modello la densità stellare media.

La materia interstellare è diffusa in tutto lo spazio galattico, ma è in modo particolare concentrata in un sottile e spesso strato *assorbente* lungo il piano equatoriale galattico segnato a un dipresso dalla linea mediana della Via Lattea. Questa peculiarità sembra di carattere abbastanza generale per le galassie, ed è infatti nettamente visibile in molte nebulose extragalattiche, le quali costituiscono appunto altrettanti sistemi stellari (o galassie) simili a quello di cui fa parte il nostro Sole. Naturalmente, occorre che la nebulosa si presenti al nostro sguardo di taglio o di profilo; si vede allora chiaramente il piano diametrale della nebulosa come una sottile striscia oscura — con i lati sensibilmente paralleli — di materia assorbente, che impedisce di vedere le stelle che vi sono dentro. Recenti misure sulla Galassia, eseguite anche da noi all'Osservatorio astronomico dell'Università di Roma, hanno mostrato che lo strato assorbente è relativamente sottile, cioè di spessore dell'ordine di 2 000 anni-luce, quantità esigua rispetto a quello complessivo della Galassia, che si ritiene dell'ordine di 10 000 anni-luce.

Sta il fatto che le concentrazioni delle intensità dei radiorumori galattici verso il piano equatoriale galattico coincidono con analoghe concentrazioni della materia interstellare su quel piano. Questa coincidenza mostrerebbe la dipendenza tra i due fenomeni e in ultima analisi farebbe attribuire l'origine dei segnali radio agli atomi ed alle molecole formanti la materia interstellare o alla materia delle stelle *novae*.

L'esistenza di materia nello spazio sidereo fu rivelata in modo concreto per la prima volta da Hartmann nel 1904 all'Osservatorio di Potsdam. Egli, misurando la velocità radiale della stella doppia spettroscopica *Delta Orionis*, trovò che la riga K rel calcio ionizzato (costituito cioè da ato-



Antenna di Reber; la antenna parabolica mobile, ben visibile in figura, ha il diametro di dieci metri.

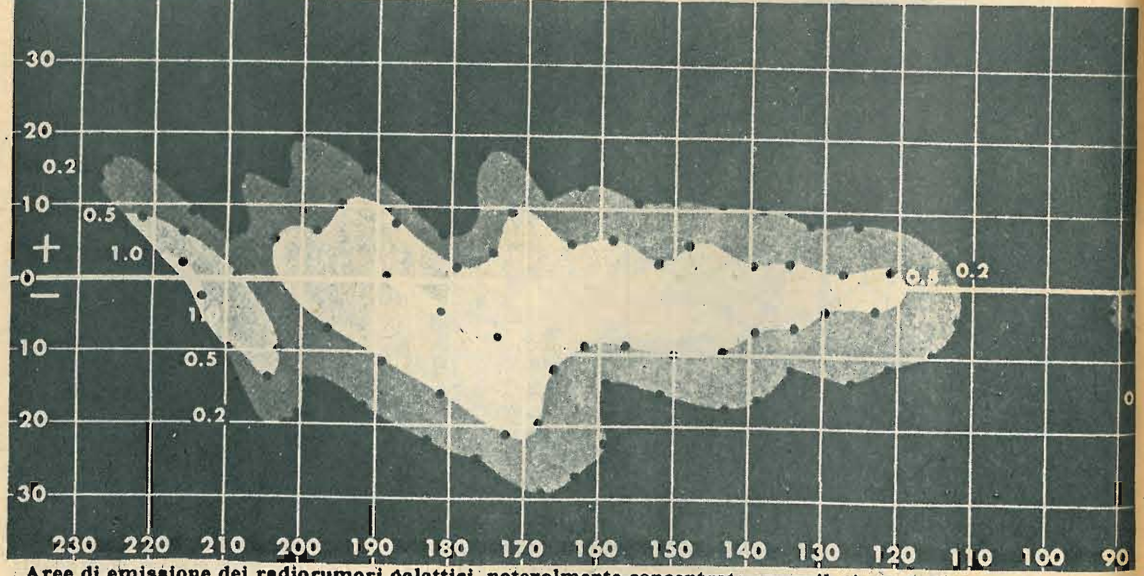
mi aventi ciascuno un elettrone esterno in meno) contrariamente a quanto avveniva per tutte le altre righe dello spettro, non subiva gli spostamenti *periodici* dovuti al moto delle due stelle costituenti il detto sistema binario. Bisognava congetturare che la riga K non avesse origine nell'atmosfera della stella, e fosse invece dovuta all'assorbimento della luce dell'astro da parte di materia posta fra la *Delta Orionis* e noi. Breve è il passo per ammettere che nello spazio intersiderale si trovino diffusi atomi di calcio ionizzati; e la detta riga K ha assunto il nome di riga *stazionaria*, proprio perchè non partecipa al moto delle altre righe dello spettro, provenienti dal sistema. Sono state identificate in seguito righe stazionarie appartenenti ad altri elementi, come il sodio, il titanio, il potassio; più recentemente è stata riconosciuta nella materia interstellare anche la presenza di combinazioni molecolari, come i gruppi CN, NaH, CH.

L'idrogeno interstellare

Ma l'elemento diffuso in maggior copia nello spazio tra stella e stella è l'idrogeno. Questa scoperta è stata fatta nel 1938 da Struve ed Elvey all'Osservatorio McDonald sulle montagne del Texas, dove, coll'impiego di un nuovo spettrografo ad altissima dispersione e luminosità, si osservarono in estese regioni della Via Lattea, spettri del cielo, nei quali le righe della serie di Balmer corrispondenti all'idrogeno apparivano brillanti, o come dicono i fisici, *in emissione*, così da provar l'esistenza dell'idrogeno in vaste regioni dello spazio interstellare. Successive ricerche, teoriche e sperimentali, hanno non solo confermato questa prima scoperta, ma l'hanno vieppiù consolidata confermando in definitiva che l'idrogeno è il costituente principale della materia cosmica, arrivando in alcuni casi a concentrazione del 90%. La sua abbondanza relativa è risultata almeno cento volte superiore (per numero di atomi) rispetto a quella del calcio, ritenuto prima l'elemento più abbondante non solo nella materia condensata in stelle (in alcune il contenuto d'idrogeno è anche del 70%), ma anche nella materia amorfa interstellare. La densità media di questa materia è tuttavia estremamente tenue, dell'ordine di $1 \div 2$ atomi per cc; ciò che equivale a dire che lo spazio interstellare è sempre sostanzialmente *più vuoto* del vuoto più spinto che si possa ottenere con i più potenti mezzi nei laboratori terrestri.

Orbene, proprio da questi atomi di idrogeno hanno origine i radiorumori galattici. Il completo meccanismo dell'emissione non è forse ancora perfettamente noto agli astronomi; ma sembra debba attribuirsi con molta probabilità al processo che i fisici chiamano *frenamento degli elettroni da parte dei protoni*. A maggior chiarimento, consideriamo separatamente, secondo Struve e Stroemgren, l'atomo di idrogeno neutro (formato cioè dall'unico protone e dall'unico elettrone) e l'atomo ionizzato, che ha perduto cioè l'elettrone. Nel primo caso, l'elettrone appartenente all'atomo neutro può essere perturbato in seguito a urti, ed esso riguadagnerà la sua orbita primitiva, liberando un *quanto* di energia, che produce una radiazione di piccola lunghezza d'onda, e cioè un raggio luminoso, rivelato appunto sotto forma di righe lucide di emissione nello spettro che noi possiamo osservare.

Nel caso invece dell'atomo ionizzato (la materia interstellare sarà allora formata da una nube di ioni, cioè di protoni ed elettroni separati, in rapido movimento), un elettrone libero (cioè una carica elettrica negativa) traversando lo spazio può subire un'attrazione da parte di qualche ione d'idrogeno, cioè da parte dei nuclei (protoni) degli atomi ionizzati, nuclei che sono carichi positiva-



Aree di emissione dei radiorumori galattici, notevolmente concentrate verso il piano dell'equatore galattico.

mente. La carica negativa subirà una deviazione dalla sua primitiva traiettoria per un *effetto di frenamento* nel campo di attrazione. Il calcolo mostra che quest'orbita è un ramo di iperbole. L'elettrone salterà da un'orbita iperbolica verso un'altra, liberando un fotone di debole energia che dà luogo a un'onda nella gamma delle radiofrequenze. Questa, arrivando fino a noi, produce i *rumori* rivelati dall'apparecchio ricevente.

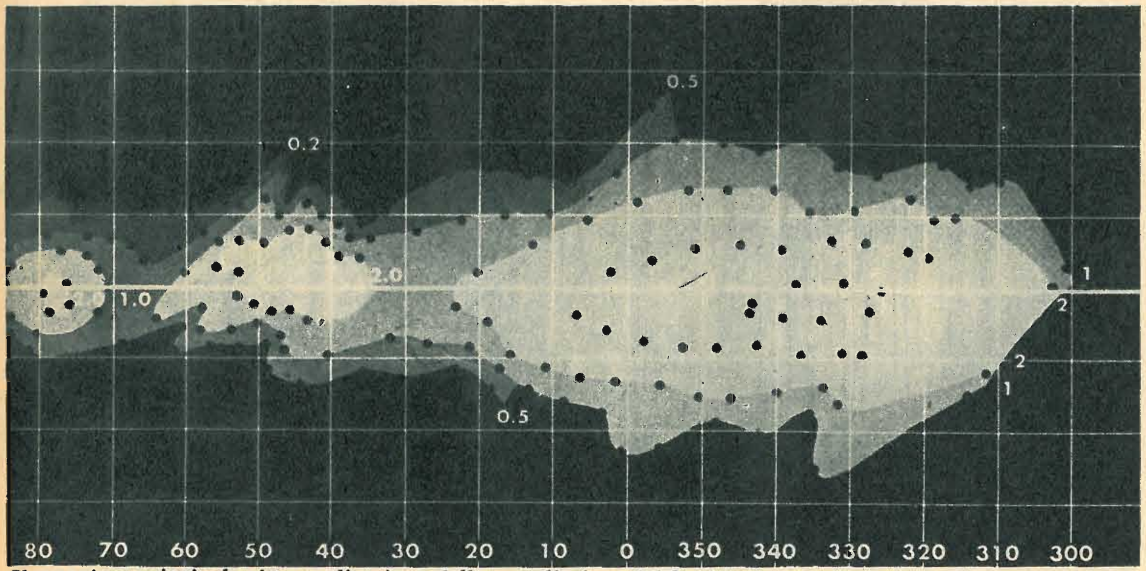
I radiorumori solari

Anche per le radioemissioni solari non pochi astronomi invocano l'effetto di frenamento negli atomi di idrogeno ionizzato, i quali sono diffusissimi in tutta l'atmosfera solare. Ma il problema è ancora lontano dall'essere completamente risolto ed anzi per molti, compresi Appleton ed Hey, « attende una spiegazione », nonostante l'intensificarsi e il moltiplicarsi delle osservazioni, che ormai vanno assumendo un carattere veramente sistematico. Queste osservazioni permettono in sostanza di *sentire* con mezzi terrestri i rumori solari, e se lo studio condotto su esse fa intravvedere l'acquisizione di nuove conoscenze nel campo della fisica solare, sarà altresì non meno fecondo nei riguardi delle relazioni Terra-Sole, per la indubbia influenza che le tanto cospicue manifestazioni dell'attività solare esercitano su molti fenomeni terrestri.

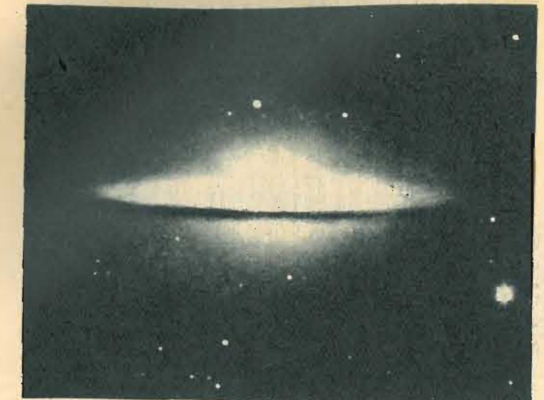
Attualmente collaborano fra loro tre gruppi di ricercatori di radiorumori solari: uno inglese, del *Cavendish Laboratory* di Cambridge, uno americano, ed uno australiano, che fa capo all'Osservatorio astronomico di Canberra sul Monte Stromlo. I loro rilievi quotidiani vengono raccolti dall'Osservatorio di Zurigo (che accentra e discute il lavoro compiuto intorno al Sole dagli astronomi di tutto il mondo) e dal 1946-'47 sono regolarmente pubblicati nel *Quarterly Bulletin on Solar Activity* dell'Unione Astronomica Internazionale. Anche in Italia, all'Osservatorio di Arcetri (Firenze), che è il principale centro italiano per lo studio del Sole, sono in preparazione apposite installazioni per la ricezione di radioonde solari.

Le apparecchiature sperimentali consistono in grandi antenne-riflettori, e nel fuoco di ciascun specchio riflettore, montato equatorialmente come i cannocchiali astronomici, trova posto un risuonatore collegato a sua volta all'apparecchio radioricevente, che di regola permette la registrazione automatica dei rumori. Esse vengono ormai chiamate *radiotelescopi*, e per loro mezzo il Sole può essere mantenuto sotto controllo e osservato in modo continuo, indipendentemente dalle condizioni meteorologiche del cielo, a differenza di quanto avviene per le usuali osservazioni astronomiche. L'antenna-riflettore abbraccia una regione più ampia del disco solare, ha cioè un *cono di accettanza* di qualche grado. Questo fatto, irrilevante per le radiosservazioni solari, è di grave danno per le eventuali ricerche sulle stelle di cui non è ancora possibile isolare le singole emissioni. Anche per l'intera nebulosa di Andromeda, galassia del tutto simile al nostro sistema galattico, non si è mai riusciti a percepire alcuna emissione distinta.

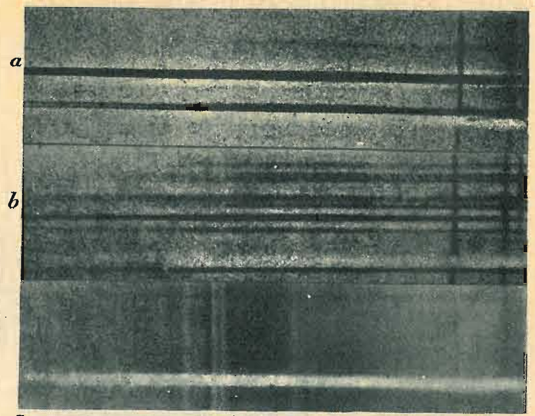
Nell'ultimo congresso dell'Unione Astronomica Internazionale (agosto del 1948 a Zurigo) si è convenuto di intensificare le ricerche e le osservazioni di radiorumori solari, con un programma di collaborazione internazionale, secondo il quale il Sole deve essere mantenuto sotto osservazione, ininterrottamente per tutte le 24 ore, da parte di osservatori solari opportunamente distribuiti in longitudine e ciascuno dotato di una apparecchiatura strumentale simile a quella sperimentata a Monte Stromlo. Essa è costituita, oltre che dall'equipaggiamento sopra descritto, da normali



Il massimo principale si ha in direzione della costellazione del Sagittario, corrispondente al centro galattico.



Nebulosa spirale nella costellazione della Vergine. La interessante fotografia presa a Monte Wilson ha colto uno strato di materia oscura assorbente nel piano diametrale. Lo strato è simile a quello che è stato osservato nel nostro sistema galattico.



Lo spettrogramma rivela per la prima volta le righe dell'idrogeno atomico in emissione da estese regioni del Cigno e del Cefeo, lontano da stelle visibili. Le righe idrogeniche visibili sono le 3 intense verticali, a destra negli spettrogrammi a e b.

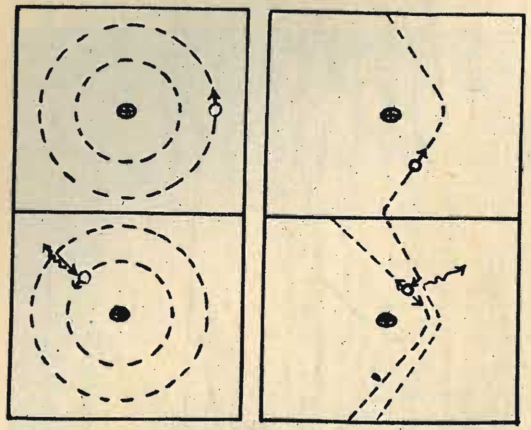
spettroelioscopi e spettroeliografi, i quali consentono l'osservazione diretta dei fenomeni solari (macchie, brillamenti cromosferici, ecc.) da cui sembra abbiano origine le emissioni di radio onde.

Lo studio dei radiorumori solari non è però ancora scevro di difficoltà, che dipendono principalmente da questi fattori: 1) le emissioni avvengono, così sembra, su diverse lunghezze d'onda, delle quali finora è stato possibile studiare solo un piccolo numero, giacchè ogni lunghezza d'onda richiede apparecchiature strumentali ed un'antenna appositamente calcolate; 2) l'energia ricevuta è relativamente esigua talchè la ricezione con i mezzi attualmente disponibili è ancora assai disturbata dai *rumori di fondo* di cui s'è detto; 3) è stata notata fin dalle prime osservazioni una *sovrapposizione* delle radiazioni solari e di quelle galattiche.

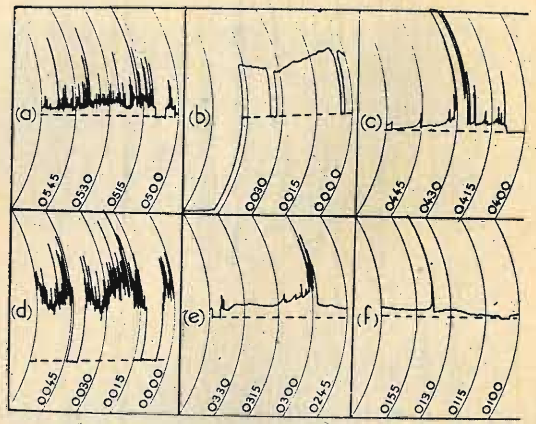
A quest'ultima difficoltà si è ovviato per merito di M. Ryle e D. Vonberg, i quali hanno sviluppato e perfezionato una tecnica atta alla registrazione automatica e distinta delle radiazioni elettromagnetiche, sia che provengano dal Sole, sia che abbiano diversa origine nella Galassia, anche se di uguale lunghezza d'onda. Peraltro, gli astronomi confidano di poter trovare presto il modo di superare altresì le prime due difficoltà.

Macchie e brillamenti solari

Le osservazioni fin qui raccolte conducono a suddividere la radiazione radioelettrica proveniente dal Sole in due classi: una *continua*, l'altra *intermittente ed eruttiva*. L'emissione continua può essere distinta anch'essa in due componenti: una che varia lentamente col tempo (e che sembra emessa, come vedremo, dalla corona solare); ed una seconda, che presenta invece ampie variazioni ed è connessa col numero delle macchie solari presenti nella zona centrale del disco solare in un determinato tempo.



Emissioni di radiazioni dall'idrogeno interstellare L'elettrone dell'atomo neutro (a sinistra) dopo la perturbazione torna sulla sua orbita primitiva emettendo una radiazione di breve lunghezza d'onda (raggio luminoso). L'elettrone dell'atomo ionizzato (a destra) salta dalla sua orbita iperbolica ad un'altra, liberando un fotone di debole energia, il quale dà luogo ad una onda di frequenza radio.



Tipi di radiorumori solari registrati all'Osservatorio di Canberra sul Monte Stromlo. Le ore sono segnate sulle curve verticali da destra verso sinistra (0530 significa 5 ore e 30 minuti). La linea tratteggiata orizzontale, in ciascun dei sei esempi, indica il livello fisso del radiorumore. Nelle prime due registrazioni a sinistra (a e b) sono molto manifesti i frequenti bursts dei radiorumori.

L'emissione intermittente ed eruttiva, che prevale negli anni intorno ai massimi dell'attività undecennale del Sole, produce *variazioni rapide* o *punte improvvise* (*bursts*) dei rumori solari, facilmente rilevabili nelle registrazioni, e poichè scompare di notte sembra dovuta a radiazioni solari dirette, emesse da zone di violente perturbazioni solari. Il fenomeno si manifesta in modo diverso a seconda delle lunghezze d'onda d'osservazione: più intenso sulle onde metriche, scompare *quasi* del tutto nelle onde centimetriche e per *intero* nelle onde oltre i 30 m, a causa dell'assorbimento dovuto alla ionosfera. Inoltre, il tempo di ricezione del *burst*, specialmente quando esso dipende da una violenta perturbazione solare, non è uguale su tutte le lunghezze d'onda; molte volte il *burst* si inizia prima per le lunghezze d'onda minori e più tardi per le maggiori. Così pure è stato notato — durante le osservazioni simultanee del *burst* del radiorumore e del fenomeno solare che lo produce — che le radioemissioni sarebbero in ritardo di parecchi minuti rispetto alla radiazione ultravioletta emessa dal *brillamento cromosferico*, il quale costituisce il più notevole *disturbo solare*.

I brillamenti solari si osservano in generale nelle regioni perturbate del Sole, e quindi con maggiore frequenza nella zona delle macchie circondate dai flocculi di calcio e di idrogeno. Nella maggior parte dei casi, si presentano come *punti*, di diametro inferiore ad un secondo d'arco (sul Sole all'incirca 700 ÷ 800 km), o come *filamenti* molto luminosi di radiazione monocromatica, e quindi visibili soltanto con lo spettroelioscopio o lo spettroeliografo. Qualche volta il fenomeno è così cospicuo da rafforzare tutto il fondo continuo dello spettro; allora il brillamento diviene visibile anche in luce integrale, cioè nell'usuale osservazione al cannocchiale, così da far pensare che ad esso si riferissero i *punti rossi* osservati da Padre Secchi. I brillamenti rappresentano molto probabilmente le estremità superiori di colonne di gas che escono dalla cromosfera; hanno vita piuttosto breve, ma se la zona è molto attiva possono ripetersi, con maggiore o minore frequenza, nello stesso luogo o in luoghi vicini.

A differenza delle protuberanze, che possono raggiungere grandi altezze sulla superficie solare, i brillamenti si mantengono di solito al livello della cromosfera, o la superano solo di poco. Tuttavia l'energia, sia che venga emessa sotto forma di radiazioni ultraviolette o di radiofrequenze, sia che si presenti sotto forma di radiazioni corpuscolari (elettroni e protoni), è tanto grande



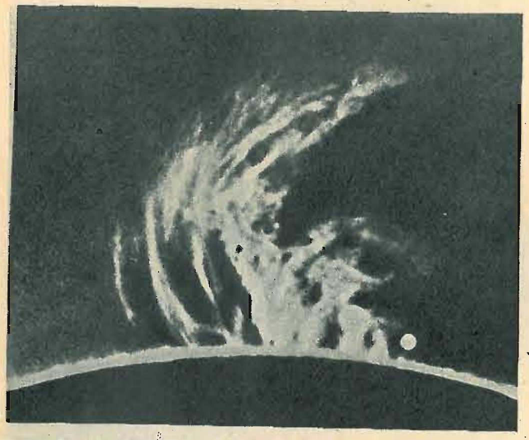
La nebulosa di Orione è la più bella nebula gassosa appartenente alla Galassia. (Fotografia De Kerolyr)

da arrivare fino alla Terra, producendovi effetti ben noti, quali le tempeste magnetiche, i disturbi ionosferici, le aurore polari, i radiorumori.

Eccezionali radiotrasmittenti sul Sole

Come dicevamo, nonostante l'intensità e la estensione assunta dalle osservazioni, non appaiono ancora molto chiari la causa e il meccanismo di generazione delle onde elettromagnetiche solari, specie della gamma della radiazione continua.

Già da tempo, e con vari metodi, si è accertato che la fotosfera solare, cioè la superficie luminosa che sembra limitare il globo del Sole, ha una temperatura di 6000° C. Essa emette quindi tutte le radiazioni compatibili con questa temperatura, fra le quali dovrebbero esservi quelle con lunghezza d'onda metrica e centimetrica, su cui specialmente sono stati osservati i radiorumori solari. Ma, mentre il calcolo avverte che l'intensità di queste radio onde sarebbe così piccola da non poter essere



Grande protuberanza solare dovuta a gigantesche eruzioni di vapori di calcio e di idrogeno. Il disco bianco rappresenta la Terra. La più grande protuberanza si è avuta il 4-6-46 (alt. 1.700.000 km).

rilevata dai mezzi oggi a nostra disposizione, le registrazioni effettuate indicano chiaramente che le emissioni da parte del Sole risultano un milione di volte più intense di quanto sarebbe da attendersi dai 6000° C dell'irraggiamento solare. Ciò significa che le regioni del Sole da cui hanno origine le emissioni agirebbero insomma come eccezionali stazioni radioemittenti, con potenze molto superiori al milione di kW, ossia diecine di migliaia di volte più potenti delle stazioni radio terrestri.

Il fenomeno di frenamento degli elettroni da parte dei protoni negli atomi di idrogeno ionizzato potrebbe spiegare, come si è detto, l'origine dell'energia emessa. Ma molti astronomi sono favorevoli ad un'origine termica delle radioemissioni. Essi credono infatti che l'energia possa essere prodotta in regioni dell'atmosfera solare capaci di irradiare a temperature di gran lunga più elevate di quella accertata per la fotosfera, cioè a temperature dell'ordine del milione di gradi; come ad esempio negli strati che compongono la *corona solare*, l'inviluppo più esterno del Sole, dove regnerebbero appunto temperature di quest'ordine. Del resto, altri validi motivi fanno considerare che l'origine delle emissioni di cui trattasi sia da attribuire all'agitazione termica di elettroni a temperature dell'ordine del milione di gradi; e poichè la corona è costituita da una massa allo stato gassoso composta di elettroni e di ioni fortemente ionizzati è logico che abbia fatta molta strada l'ipotesi dell'origine coronale dei radiorumori, almeno per le gamme di radiazione continua. Questo non esclude, s'intende, altre eventuali cause, e non può voler significare che le radioemissioni non abbiano origine in altri strati del Sole.

Rimane tuttavia da stabilire la causa dell'alta temperatura della corona: il problema, anzichè essere risolto, avrebbe solo modificato i suoi termini.

La corona solare

Fino a qualche tempo fa la visione e la fotografia della corona solare era possibile soltanto nei rari e brevi istanti delle eclissi totali di Sole, quando il disco oscuro lunare, coprendo quello del Sole, agisce come uno schermo, intercetta le intensissime radiazioni della fotosfera e permette quindi di scorgere per brevi istanti il tenue involucro esterno. Si comprende così perchè siano stati difficili e lenti gli studi sulla corona, in cui la struttura e la fenomenologia erano (e sotto qualche aspetto sono tuttora) molto misteriose. Solo in tempi abbastanza recenti, in specie con il *coronografo* di Lyot, si è avuta la possibilità di fotografarla e studiarne le caratteristiche, senza dover attendere il raro evento delle eclissi totali del Sole.

Uno dei misteri più sconcertanti risiedeva nell'analisi del suo spettro, e principalmente nella origine delle righe spettrali attribuite prima all'ipotetico *coronio*, e successivamente all'elio e all'ossigeno in stati di anormale eccitazione. L'effettiva identificazione di queste righe, e quindi la conoscenza definitiva della natura della corona, si è avuta nel 1941 per opera del fisico svedese Edlen, che nell'Istituto Fisico dell'Università di Uppsala aveva a lungo studiato gli spettri del ferro, del nichel e di altri elementi fortemente ionizzati. Le indagini di Edlen hanno permesso di concludere che lo spettro di emissione della corona è dovuto ad atomi di calcio, nichel e ferro (specialmente quest'ultimo) altamente ionizzati, cioè ad atomi che hanno perduto molti elettroni esterni (fino a 13). Questa identificazione è oggi generalmente accettata, ma resta pur sempre da riconoscere la sorgente di energia che rende possibile la eccezionale ionizzazione. Proposta l'ipotesi dell'alta temperatura della corona, cui d'altra parte gli astronomi erano anche pervenuti partendo da considerazioni di altro genere, si riteneva che la temperatura della corona fosse appunto proprio dell'ordine di un milione di gradi.

Questo risultato ha tuttavia lasciato molto perplessi gli astronomi giacchè temperature di quest'ordine di grandezza erano state osservate, alla superficie degli astri, soltanto in fasi eccezionali della loro evocazione, che sono comunque da escludere per il Sole.

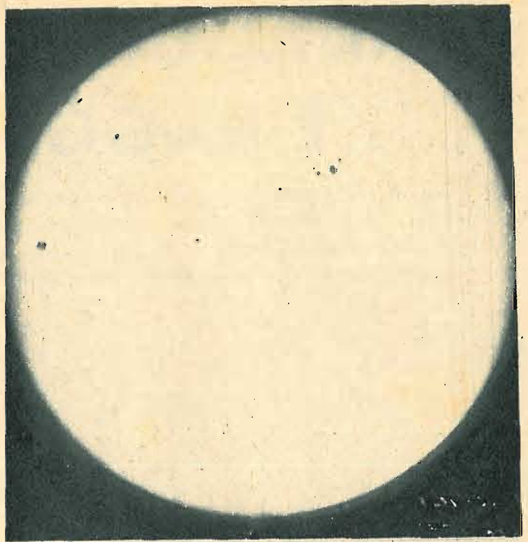
Ma è bene dire subito che si tratta di una temperatura di genere assai diverso da quello che consideriamo abitualmente, poichè si tratta della cosiddetta *temperatura elettronica*, o *t. cinetica*, in quanto è strettamente dipendente dalla velocità (e quindi dall'energia cinetica o forza viva) degli elettroni e delle altre particelle che costituiscono la corona solare. Se si considera la bassissima densità di questa, talchè si hanno pochissime particelle per cc, si comprende che, per quanto alta possa essere la velocità da cui esse sono animate, gli urti non possono non essere molto rari.

Cosicchè, se fosse possibile introdurre un termometro nella corona, in modo da mantenerlo completamente schermato dalle radiazioni dirette della fotosfera solare, il termometro segnerebbe una temperatura assai prossima allo zero assoluto (—270° C). Ma siccome l'energia cinetica delle particelle, e cioè la loro velocità, definisce in senso fisico la temperatura, quando questa velocità è — come nella corona — molto alta, non si può non parlare di temperatura altrettanto elevata.

I rumori del Sole

Meno facile è intendere, per gli astronomi, la causa di siffatte velocità. Fra le varie ipotesi e teorie, molto suggestiva è quella proposta recentemente da H. Alfven e poi parzialmente ripresa e modificata da M. Schwarzschild. Entrambi hanno supposto che l'alta energia osservata nella corona sia dovuta ai piccoli nuclei che costituiscono la *granulazione* della fotosfera solare, cioè quell'apparenza discontinua (i *grani di riso* del Padre Secchi) che presenta la superficie solare quando si guarda con un cannocchiale provvisto di un sufficiente offuscante, o quando viene proiettata su uno schermo bianco, o nelle fotografie dirette.

Questi granuli sono in effetti colonne gassose ascendenti, ciascuna del diametro di un migliaio di chilometri, e si calcola che in ogni istante vi sia sulla superficie solare almeno un milione di granuli. A mano a mano che raggiungono strati meno densi dell'atmosfera solare, essi si dissipano, cedendo l'energia cinetica che avevano acquistato durante il moto ascensionale. Alfven suppone allora che, con la sua turbolenza, la granulazione produca nel Sole una sorta di onde di natura magneto-idrodinamica, che verrebbero a trasmettersi alla cromosfera e alla corona, cedendo a quest'ultima (in cui si abbatterebbero definitivamente) la loro energia, la quale si trasforma in calore. Schwarzschild, invece, ha supposto che la *cessione* dell'energia cinetica dei granuli avvenga con un fenomeno simile a quello che si nota comunemente nel diapason. Questo, messo in vibrazione meccanica, produce onde acustiche, in quanto la sua energia cinetica è ceduta alle molecole vicine, che si mettono in regolare vibrazione, producendo il suono.



Fotosfera solare (macchie e facule), fotografata all'Osservatorio Astronomico di Roma (Monte Mario); la riga verticale indica il meridiano celeste.

Grande macchia solare fotografata a M. Wilson; il disco nero di confronto rappresenta la Terra.



Analogamente, nel caso del Sole, l'energia cinetica dei granuli ascendenti verrebbe trasmessa agli strati soprastanti sotto forma di onde acustiche. Se fosse possibile portare in vicinanza della fotosfera un organo adatto alla percezione di queste onde, si avvertirebbe — dice Schwarzschild — un rumore formidabile, un frastuono immenso. Questo flusso continuo di energia acustica verrebbe gradualmente assorbito dagli strati più alti e meno densi dell'atmosfera solare, ossia dalla corona, determinandovi un moto caotico delle particelle, e quindi trasformandosi in calore. Il calcolo prova che l'energia acustica trasformata in energia calorifica basterebbe a produrre e mantenere l'alta temperatura ammessa per la corona.

Come si vede, ancora molta incertezza e molti dubbi regnano fra gli astronomi intorno alla origine delle emissioni radio di provenienza celeste, ma l'incertezza è ampiamente giustificata dal breve tempo trascorso dalla loro scoperta. L'intensità degli studi e i sempre più rapidi progressi che ogni giorno va compiendo l'astrofisica fanno sperare che non sia lontano il giorno in cui anche questi fenomeni verranno chiariti, contribuendo ad arricchire le attuali nostre conoscenze sia di fisica stellare sia di fisica solare.

Prof. Lucio Gialanella

SONDAGGI DELL'ATMOSFERA E RAGGI COSMICI

Con i recenti giganteschi palloni sonda è possibile raggiungere i trenta chilometri di quota e studiare direttamente l'alta atmosfera. Si raccolgono così elementi di fondamentale importanza nelle indagini sulla natura ancora misteriosa dei raggi cosmici e per l'approfondimento delle nostre cognizioni sulla intima costituzione della materia.

LA STRUTTURA dell'atmosfera ci è nota con qualche precisione, attraverso osservazioni dirette, solo per i primi 15 ÷ 20 km dal suolo. E il merito ne va attribuito in larga misura al progredire dell'aviazione, che ha permesso di istituire una rete di stazioni meteorologiche, le quali ogni giorno, in determinate ore, effettuano *radiosondaggi* secondo una tecnica proposta nel 1927 da R. Bureau, a radicale perfezionamento del metodo dei palloni sonda, che risale al 1892.



Questo pallone sonda si dilaterà nella stratosfera fino a raggiungere il diametro di 21 metro.

I sondaggi meteorologici

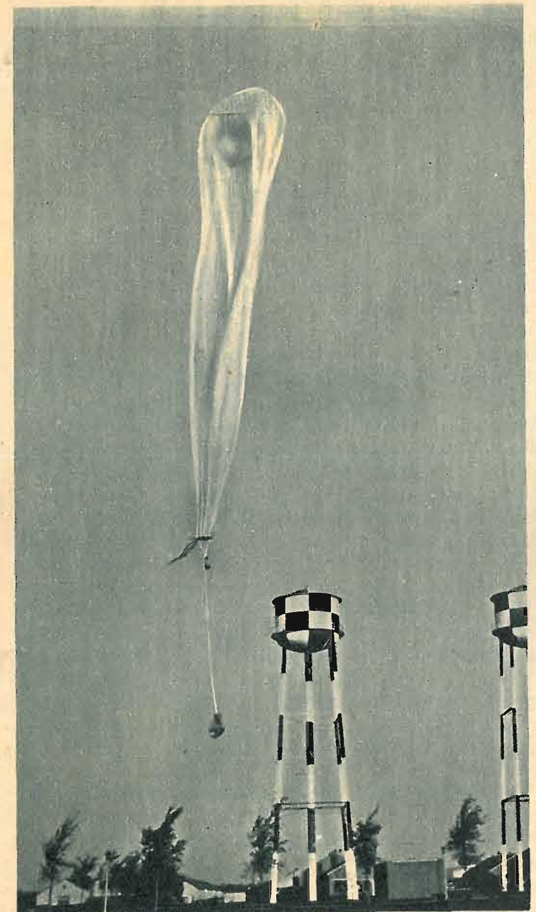
Una volta, i palloni sonda trasportavano nelle loro ascensioni i sensibilissimi apparecchi registratori (barometri, termometri, igrometri) che assolto il loro compito tornavano a terra — dopo essere stati liberati automaticamente dal pallone — per mezzo di paracadute. Ma siccome l'atterraggio avveniva talora in luoghi assai lontani da quello di lancio, non riusciva agevole la diffusione, necessariamente rapida, dei dati raccolti dagli apparecchi. La moderna radiosonda, invece, trasporta una piccola stazione radio ad onde corte che trasmette alle stazioni riceventi, in ascolto praticamente continuo, i valori della pressione, della temperatura e dell'umidità atmosferica. È così possibile analizzare in modo rapido e compiuto le caratteristiche delle masse d'aria attraversate dalla sonda, studiare la distribuzione verticale delle temperature e tracciare le carte di pressione in quota, particolarmente preziose per la previsione del tempo. Numerosi palloni sonda hanno raggiunto quote superiori ai 35 km (già nel 1912 un pallone sonda del prof. P. Gamba dell'Osservatorio geografico di Pavia aveva attinto i 37 km) e il primato spetterebbe agli Stati Uniti per la quota di 42 670 m, raggiunta nel 1948 e non ancora superata se non da razzi.

La tecnica, ormai classica, dei palloni sonda non consente tuttavia di esplorare con efficacia che uno strato relativamente esiguo della atmosfera.

Razzi stratosferici

Le ricerche sulle particelle elementari costituenti l'atomo come le indagini sulla radiazione più penetrante che si conosca, cioè sui *raggi cosmici*, hanno d'altronde messo in evidenza l'interesse fondamentale connesso alle misurazioni che è possibile eseguire a quote assai superiori a quelle raggiunte dai palloni metereologici; anche per questo i fisici considerano con viva simpatia le esperienze di lancio dei razzi cui essi affidano volentieri i loro strumenti.

Un razzo *Aerobee*, costruito da Douglas, trasportando 70 kg di carico utile ha raggiunto 115 km di quota; un V2 è salito a 161 km; alla sua prima prova, compiuta ad White Sand, un razzo Martin *Viking* (ex tipo *Neptune*) ha attinto gli 82 km. Sono ora in corso di costruzione dieci di questi congegni e sebbene il secondo non abbia dato i risultati ripromessi si crede di poter superare con essi i 300 km di quota. Infine, un razzo multiplo (V. *Scienza e Vita*, n. 8, pagina 481) costituito da un V2 e da un *Wac Corporal* ha permesso a quest'ultimo, svincolato dalla V2 alla quota di 32 km, di raggiungere i 402 km.



Lenta ascensione del pallone che trasporta i contatori dei raggi cosmici e le lastre fotografiche.



Dopo la sosta di molte ore a oltre 25 km di quota gli apparecchi tornano al suolo con un paracadute.

Tuttavia, nemmeno l'impiego di razzi è soluzione tale da soddisfare pienamente i fisici. Alla considerazione che i lanci sono rari e costosissimi si aggiunga che i razzi *sostano* solo per un tempo quanto mai breve nel tratto estremo del ramo ascendente della loro traiettoria. Poichè i fenomeni, di somma importanza per i fisici, cui dànno luogo i raggi cosmici (quali ora le *stelle cosmiche* di cui diremo) sono relativamente poco frequenti, sarebbe desiderabile raccogliere il massimo numero possibile di registrazioni in un'unica ascensione. Nella condizione attuale della tecnica, il problema sembrerebbe praticamente insolubile per quanto concerne le altissime quote. Per quote più modeste, dell'ordine di 30 km, negli Stati Uniti si sono impiegati di recente e con buon esito palloni stratosferici affatto speciali.

L'operazione Sky Hook

L'Ufficio americano delle ricerche navali ha intrapreso una serie di sondaggi della stratosfera, designandoli col nome di *operazione Sky Hook*. A questo scopo, è stata affidata alla Società General Mills la costruzione di palloni con l'involucro di materia plastica sintetica ultraleggera, il polietilene, di peso specifico tale di consentirle di galleggiare sull'acqua, mentre in spessori normali può sopportare temperature bassissime senza diventare fragile.

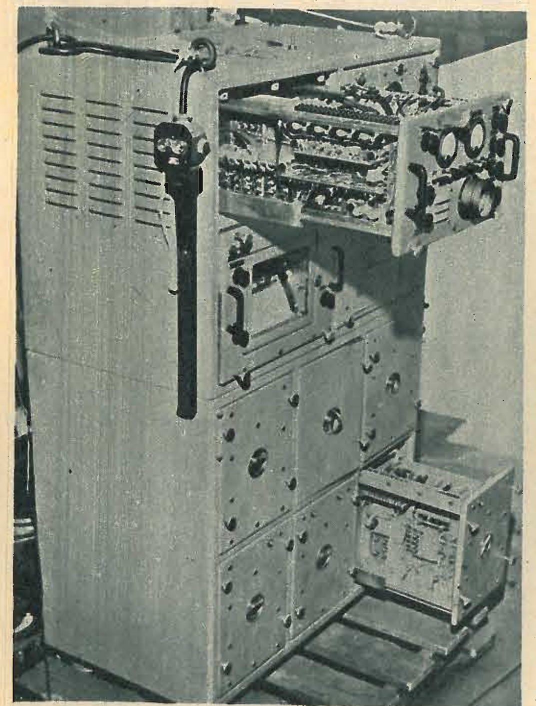
Il gonfiamento del pallone esige scrupolose attenzioni giacchè lo spessore dell'involucro di polietilene è di soli 0,025 mm (nonostante le eccezionali caratteristiche di resistenza della sostanza usata, la estrema sottigliezza rende fragilissimo l'involucro ma vi si può provvedere con efficacia in mare, purchè la nave proceda nella direzione e nel senso del vento ed alla sua stessa velocità, in modo da creare una zona di calma relativa. Appunto in queste condizioni si è operato a bordo della portaerei *Saipan* durante una

crociera a Guantanamo (Cuba) e, nei pressi delle Isole Hawai, a bordo della nave officina *Norton Sound*, attrezzata per il lancio di proiettili teleguidati sperimentali. I palloni del *Saipan*, riempiti di elio, hanno raggiunto i 27 000 m e si sono mantenuti a questa quota per parecchie ore; alla fine, paracadutati in mare sotto il controllo di un radio localizzatore (cioè di un radar) gli strumenti registratori, staccatisi dal pallone grazie ad un dispositivo con comando ad orologeria, hanno potuto essere recuperati per mezzo di un elicottero.

Un pallone col suo equipaggiamento pesa a vuoto 45 kg. Le fotografie riprodotte in questo articolo mostrano che, al suolo, l'involucro viene riempito d'elio solo parzialmente ed assume un aspetto piuttosto strano; man mano che il pallone si innalza, il gas si dilata e distende l'involucro che a 30 000 m è completamente gonfio e raggiunge il diametro massimo di ventun metro e l'altezza di trenta metri.

Non esisteva finora alcun congegno che fosse in grado di trasportare gli apparecchi registratori a quote del detto ordine e di mantenerveli per molte ore. I nuovi palloni rendono perciò possibili osservazioni che erano prima precluse da difficoltà tecniche, e che riguardano lo studio dei venti e delle temperature, la composizione e la ionizzazione degli strati atmosferici, la spettroscopia solare, particolarmente nella regione dell'ultravioletto, l'intensità della radiazione cosmica e la natura dei corpuscoli che la costituiscono; infine, l'azione sulla materia dei corpuscoli stessi, dotati come sono di eccezionale energia. In questo campo, straordinariamente fecondo, i fisici potranno senza dubbio acquisire nozioni di enorme interesse per la conoscenza del mondo fisico.

Le caratteristiche fisiche delle masse d'aria attraversate, trasmesse dalla radiosonda vengono registrate al suolo da un apparecchio ricevente.



I raggi cosmici

Come è noto, viene designata col nome di *raggi cosmici* una radiazione, sensibilmente costante e ultra penetrante, che, quando si manifesta al livello del mare, è di natura corpuscolare ed insieme di natura ondulatoria (raggi gamma). Dall'epoca della loro scoperta, fatta nel 1911 dall'austriaco Victor F. Hess (premio Nobel 1936 per la fisica), i raggi cosmici hanno costituito l'oggetto di innumerevoli ricerche, ed anzi nel settembre dell'anno in corso si è tenuto a Como, nel quadro delle celebrazioni voltiane, un congresso di fisica specificamente dedicato ad essi. Il Congresso, occupandosi dell'origine dei raggi cosmici, ha visto delinearsi tre ipotesi: che essi siano distribuiti nell'intero spazio dell'Universo; o diffusi in tutto il nostro sistema galattico (Fermi); o diffusi nel solo sistema solare (Alfven). Ma è fuor di dubbio che la Terra viene bombardata da un flusso di corpuscoli elettrizzati non provenienti da alcuna sorgente terrestre e dotati di energia considerevolissima, anche dell'ordine di parecchie diecine di miliardi di volt-elettroni (1). Si tratta perciò di *proiettili* animati da energie assai superiori a quelle che è dato ottenere in laboratorio, le quali, almeno fino ad oggi, non superano le centinaia di milioni di volt-elettroni. Attraversando l'atmosfera, essi subiscono molteplici trasformazioni, sicchè la radiazione osservata al livello del mare, e anche nei laboratori di alta montagna (come da noi quella sulla Testa Grigia), non ha più nulla in comune con i raggi *primari* che l'hanno generata.

Allo stato attuale delle indagini, possiamo soltanto farci una sommaria idea di quello che potrebbero essere, con molta probabilità, questi *proiettili primari*, traendo perciò partito da sottili discussioni sulle variazioni d'intensità della radiazione secondo la posizione del luogo di osservazione (effetto di latitudine) e secondo l'orientamento degli apparecchi registratori (effetto di *azimut*) e tenendo conto — come è naturale — delle proprietà che la fisica contemporanea attribuisce alle diverse particelle elementari conosciute (una diecina fra tutte). Si ammette generalmente che si ha da fare in prevalenza con protoni (vale a dire con nuclei d'idrogeno); ma potremo esserne certi soltanto quando si sia riusciti a mettere insieme il massimo numero possibile di osservazioni dirette; e per questo sono indispensabile campo di esperimento le altissime quote.

In effetti, l'intensità globale della radiazione cosmica è stata rilevata per mezzo di contatori di

(1) Il volt-elettrone è la misura dell'energia acquistata da una particella di carica uguale a quella dell'elettrone quando venga accelerata da una differenza di potenziale di un volt; questa quantità di energia è normalmente piccola e perciò l'unità per gli usi correnti è il *milione di volt-elettrone* (m.e.v.) che corrisponde a $1,59 \times 10^{-6}$ erg.

corpuscoli trasportati da razzi. Sia coll'*Aerobee* (ascensione a 115 km), sia col *V2* (161 km), si è accertato che l'intensità varia colla quota ma rimane sensibilmente costante oltre i 55 km. È dunque probabile che a partire dai 55 km ci si trovi in presenza della radiazione *primaria* quasi pura; e si è riusciti anche a stabilire in 0,12 il numero dei corpuscoli per centimetro quadrato il secondo e per unità di angolo solido (steradiante).

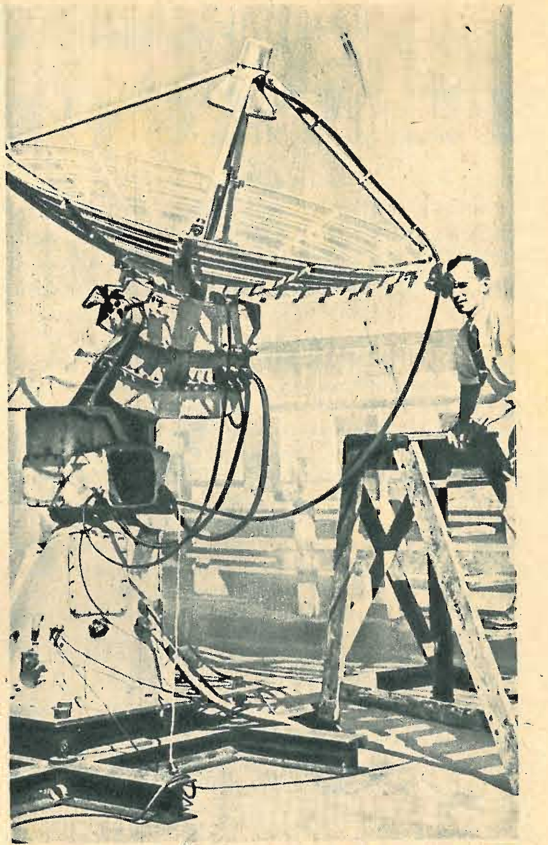
Le stelle cosmiche

Al fine di precisare la natura di questi corpuscoli, è necessario ricorrere ad altri metodi; oggi si considera che il migliore consista nell'osservare, nello spessore di una speciale emulsione fotografica, le tracce che lasciano i corpuscoli al loro passaggio e le esplosioni di nuclei atomici da essi provocate durante il loro percorso. Quando un corpuscolo ionizzante attraversa l'emulsione, infatti, esso *attiva* i granuli di bromuro d'argento che incontra e quindi la sua traiettoria, in seguito allo sviluppo della lastra, viene ad essere materializzata da una striscia nera, di cui si possono contare i granuli per unità di lunghezza, sicchè è possibile dedurne la misura del potere ionizzante del corpuscolo.

Appunto così, nel 1937 Blau e Wambacher hanno osservato al miscroscopio gruppi di traiettorie, emananti tutte da un medesimo punto, e manifestamente dovute allo scoppio di un nucleo atomico i cui frammenti venivano proiettati in direzioni multiple, disegnando quella che si chiama una *stella atomica*.

Queste *stelle* appaiono nell'emulsione in tanto maggior numero quanto più lungamente e a quota più elevata è rimasta esposta la lastra. Esclusa la provenienza da tracce di impurità radiattive, ciò prova come esse siano dovute all'azione di corpuscoli cosmici sui nuclei degli atomi dell'emulsione. Dalla variazione del numero di *stelle* con la quota e con lo spessore dei diversi *assorbenti* interposti si è potuto concludere che le *stelle* sono prodotte da *protoni* veloci. In realtà, un certo numero di esse sono dovute certamente a neutroni, o anche a *mesoni*, particelle che si invocano in tutte le teorie sulla stabilità dei nuclei atomici, e la cui esistenza è d'altronde provata sperimentalmente mercè l'impiego di lastre fotografiche esposte ad alta quota. (I mesoni sono stati anche ottenuti artificialmente nel 1948 dal fisico italiano Lattes col grande ciclotrone dell'Università di California.) Ma questi neutroni e questi mesoni, cui si rivolge l'interesse sempre più vivo dei fisici, sono evidentemente particelle *secondarie* generate dalle particelle *primarie* nel corso di precedenti collisioni con gli atomi dell'atmosfera.

I fisici americani hanno potuto compiere, per mezzo di palloni sonda saliti a 30 000 metri e mantenutisi a questa quota per parecchie ore, osservazioni di singolare importanza per le indagini sulla natura delle particelle costituenti i raggi cosmici. La navicella dei palloni trasportava un certo numero di scatole di lastre fotografiche impacchettate come di consueto una sopra l'altra. Orbene, i fisici potevano rilevare che tutte le lastre di ciascuna scatola erano state attraversate



L'ascensione del pallone sonda e la discesa del paracadute con gli apparecchi vengono seguite per mezzo di un radar di più di 100 km di portata.

da caratteristiche strisce, da *tracce* dovute a particelle capaci di provocare una ionizzazione molto intensa. Siccome queste particelle vengono assorbite quando attraversano schermi di piombo più rapidamente che non i protoni, bisogna attribuire le strisce da esse tracciate a corpuscoli di massa molto cospicua (persino quaranta volte la massa del protone), che al loro ingresso nell'emulsione fotografica posseggono energie superiori a 20 miliardi di volt-elettroni. Tenendo poi conto dell'assorbimento operato dagli strati superiori dell'atmosfera, è lecito attribuire loro l'energia di almeno 100 miliardi di volt-elettroni agli estremi confini dell'atmosfera.

Questa scoperta fondamentale conduce ad ammettere che parte della radiazione primaria, all'incirca l'1 per mille, sia costituita da nuclei atomici pesanti. Proprio questa proporzione corrisponde esattamente all'*abbondanza relativa* che viene ammessa dagli astrofisici per gli atomi pesanti esistenti nella materia cosmica in confronto all'idrogeno. È breve il passo per congetturare che la radiazione cosmica primaria sia materia stellare rarefattissima e dotata di enorme energia in rapporto alla Terra.

Profilassi della tubercolosi

IL VACCINO B. C. G.

Quaranta anni fa due studiosi seminarono una coltura di bacilli tubercolari; e poichè tredici anni dopo le colture ottenute s'erano rivelate innocue, crearono il vaccino antitubercolare che porta il loro nome. L'articolo spiega perchè e come viene adoperato il vaccino, di cui in alcuni Paesi è prescritto l'uso obbligatorio per date categorie di persone.

LA TUBERCOLOSI è una malattia contagiosa dovuta per lo più alla penetrazione nell'organismo di un microbo (il *Mycobacterium tubercolosis*) che Roberto Koch identificò nel 1882 e che perciò è chiamato *bacillo di Koch*. Questo male colpisce l'uomo a qualunque età, ma più spesso i giovani: per citare qualche cifra, in Italia la mortalità per questa causa è stata nel 1946 di quasi 38 mila persone; in Francia la media attuale è di 60 mila e nello stesso Paese i malati di tubercolosi in atto, costantemente in cura, sono 1 500 000, talchè 1 000 000 di bambini vivono presso genitori ammalati. Il bacillo vien diffuso nell'aria dai tubercolotici con l'espettorato e la tosse e viene poi inalato con la respirazione. Esso si localizza per lo più nel polmone, dove costituisce un nodulo di prima-infezione con reazione dei gangli linfatici bronchiali prossimi che si ingrossano; le lesioni guariscono calcificandosi, e allora i bacilli vi rimangono rinchiusi, perdendo la loro virulenza durante il resto della vita.

Ma spesso, sotto l'influenza di cause diverse e imprevedibili, questi bacilli possono, sia fino dalla prima infezione, sia molto più tardi, diffondersi nell'organismo e dare origine a gravi lesioni.

Allergia e immunità

L'organismo di un individuo il quale abbia questo piccolo nodulo calcificato di prima-infezione acquista le seguenti nuove proprietà:

1) diviene sensibile alla tubercolina, tossina del bacillo di Koch, e la cutireazione (prova con la tubercolina) diventa positiva; si dice allora che il soggetto è *allergico*. (È invece *anergico* l'individuo immune da tubercolosi, nel quale la cutireazione risulta negativa.)

2) Se viene a contatto una seconda volta con il bacillo di Koch, ha molta probabilità di non esserne contaminato: è immunizzato. Allo stato attuale delle nostre conoscenze, la prova di allergia ci permette di sapere se un soggetto sia immunizzato o no, e in pratica un soggetto è per lo più immunizzato soltanto se risulta allergico, ancorchè allergia e immunità non siano strettamente parallele.

Poichè i mezzi profilattici di isolamento e di cura dei malati sono insufficienti (dato il loro grande numero), era naturale si tentasse di creare artificialmente uno stato di resistenza alla malattia collegato con una cutireazione positiva, provocando nei giovani una prima-infezione artificiale senza tuttavia esporli ai gravi rischi della malattia.

Fra tutti i vaccini studiati, solo il B. C. G. risponderebbe allo scopo, ma è doveroso ricordare a questo proposito, in sede di priorità, l'opera e il merito del nostro Edoardo Maragliano (1849-1940) per i suoi studi sulla immunizzazione antitubercolare e per il vaccino da lui preparato (*vaccino Maragliano* o *vaccino italiano*), costituito di bacilli tubercolari *uccisi* con il calore e dalle tossine integrali solubili, provenienti dai corpi dei bacilli uccisi.

Egli infatti partiva dalla convinzione che non le tossine secrete dai bacilli vivi ma solo i veleni protoplasmatici dei bacilli tubercolari *morti*, disgregati e digeriti, fossero capaci di determinare direttamente l'immunità dell'organismo che appunto si vuole difendere dalla tubercolosi. Applicando sulla cute del braccio, per scarificazione, una piccola quantità di vaccino, si provoca appunto nell'organismo un movimento immunitario. È da porre in rilievo che proprio al Maragliano si deve d'aver preconizzata sin dal 1895, con vigoroso e appassionato apostolato, la necessità della vaccinazione antitubercolare preventiva.

EDOARDO MARAGLIANO (1849-1940)



L'illustre clinico genovese in una sua comunicazione al Congresso di medicina di Bordeaux, (1895) affermava il potere di immunizzazione dalla tubercolosi mediante vaccinazione preventiva. Successivamente a Madrid nel 1903 e all'Aia nel 1906 potè comunicare i risultati ottenuti col metodo di profilassi da lui promosso.

ALBERT CALMETTE (1863-1933)



Nizzardo, dapprima medico di marina, fondò l'Istituto batteriologico di Saigon (1891), poi l'Istituto Pasteur di Lilla (1896) che diresse prima di tornare, come vicedirettore, a quello di Parigi (1919). Membro dell'Accademia di Medicina e dell'Accademia delle Scienze di Parigi, scoprì il siero contro il veleno dei serpenti.

CAMILLE GUÉRIN (nato nel 1872)



Oriundo di Poitiers, Camille Guérin studiò veterinaria a Maisons-Alfort. Entrato il 10 marzo del 1897 all'Istituto Pasteur di Lilla, fondato un anno prima da Albert Calmette, divenne il collaboratore principale di questo e partecipò da allora in poi a tutti gli importanti lavori del grande scienziato a Lilla come a Parigi (1919).

Scoperta del B. C. G.

Il B. C. G. (abbreviazione di *Batterio Calmette-Guérin*) è un bacillo tubercolare bovino vivente che, anche a altissime dosi, ha perduto la sua virulenza.

Cercando di ottenere sospensioni più omogenee di bacilli tubercolari, Albert Calmette e il suo collaboratore Camille Guérin coltivarono nel 1909, su patata glicerinata, con aggiunta di bile bovina, un bacillo tubercolare bovino. Essi si accorsero che su quel terreno la virulenza del microbo scemava a poco a poco, finchè, dopo ben tredici anni e 234 trapianti successivi su patata biliata, poterono accertare che il germe era fissato e aveva perduto la sua virulenza: era nato così il B. C. G.

Ne iniettarono altissime dosi alle cavie, animali sensibilissimi al bacillo della tubercolosi, senza determinare lesioni tipiche. Ripeterono le esperienze su diversi animali, modificando successivamente tutte le condizioni sperimentali: il B. C. G. si manteneva sempre avirulento. Poichè aveva così trovato un germe vivente innocuo, il Calmette tentò di usarlo come vaccino antitubercolare.

Moltiplicò le prove: cavie, poi altri animali, come bovini e scimmie, inoculati col B. C. G., resistevano ad inoculazioni di dosi mortali di bacilli virulenti che uccidevano gli animali *testimoni* in poche settimane. Scimmie vaccinate, messe a contatto con scimmie tubercolotiche, resistono al male, ed invece muoiono queste ultime.

Era così dimostrato che il B. C. G., incapace di provocare lesioni tubercolari evolutive, è atto a provocare la formazione nel derma di piccoli noduli tubercolari regressivi, è capace di rendere l'organismo sensibile alla tubercolina e di immunizzarlo contro le superinfezioni di bacilli virulenti. Pertanto, nel 1921, Calmette decise di applicare la vaccinazione all'uomo.

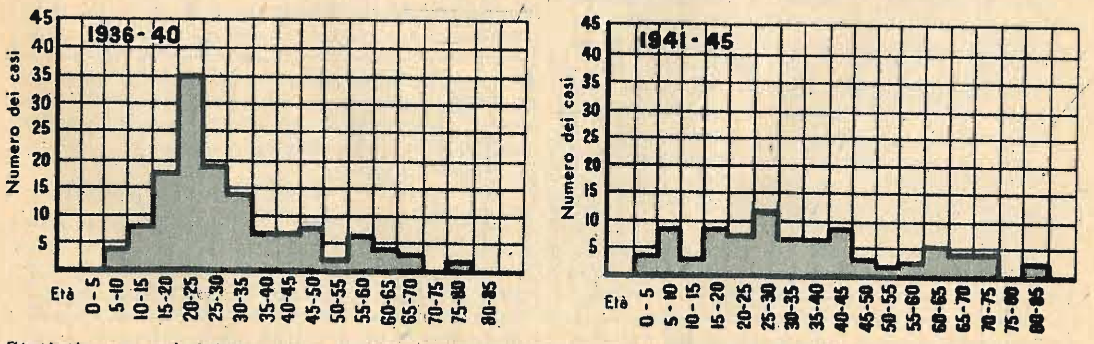
I caratteri del B. C. G.

F i s s i t à. Non è stato mai possibile ridare allo stipite B. C. G., ottenuto secondo la giusta tecnica, la primitiva virulenza.

E f f i c a c i a. Il B. C. G. provoca l'allergia nel 98 ÷ 99% dei vaccinati (secondo altri nel 90 ÷ 97). In linea generale, se prendiamo due gruppi uguali di individui, gli uni allergici con cutireazione positiva, gli altri anergici con cutireazione negativa, l'infezione tubercolare è, in questi ultimi, da quattro a cinque volte più frequente.

Ora, come abbiamo visto, esiste una stretta relazione fra lo sviluppo dell'allergia e l'immunità e precisamente il soggetto allergico possiede una resistenza dell'80% all'infezione tubercolare (facendo corrispondere a 100 l'immunità assoluta).

I vaccinati contraggono la tubercolosi cinque volte meno dei non vaccinati; i rari casi osservati nei vaccinati presentano sempre una evoluzione benigna. In Scandinavia, non è stato osservato alcun caso di meningite tubercolare da



Statistica per età dei nuovi casi di tubercolosi verificatisi in 4 anni nell'isola di Bornholm (Danimarca) prima e dopo l'uso sistematico del B. C. G; molto accentuata la diminuzione dei casi fra 15 e 35 anni.

quando la vaccinazione ha potuto essere praticata su vasta scala.

I n n o c u i t à. Dopo la vaccinazione, nessun caso di malattia evolutiva è stato osservato nè nell'uomo e nè fra gli animali. In laboratorio, nemmeno usando dosi di migliaia di milioni di B. C. G., si è potuta arrestare alcuna evoluzione della malattia nella cavia, che invece può essere uccisa da *un solo* bacillo virulento di Koch. La tristemente nota catastrofe di Lubecca (1930), che mietè tante vittime, fu dovuta ad errore nei recipienti di cultura impiegati; dopo sì luttuoso accidente si provvede in tutti i laboratori affinchè lo stipite della cultura B. C. G. sia mantenuto in un locale riservato.

Non si è mai potuto dimostrare che il B. C. G. abbia provocato l'insorgere di un attacco tubercolare. L'allergia, dovuta al B. C. G. o ad altra causa, impiega di solito due mesi per manifestarsi e, nella maggior parte dei casi in cui è stato ritenuto responsabile il B. C. G., è lecito supporre che la vaccinazione sia stata praticata in un soggetto infetto, nel periodo inerte anteallergico dell'infezione; l'infezione naturale può anche essersi prodotta dopo la vaccinazione, ma prima che apparisse l'allergia dovuta al vaccino, sicchè in realtà questi soggetti non erano premuniti quando sopravvenne la loro infezione; inoltre l'allergia postvaccinale ha durata più o meno lunga, e se gli individui vaccinati non vengono controllati regolarmente, e occorrendo rivaccinati, può darsi che in essi scompaia l'immunità.

La fabbricazione

Il vaccino viene preparato all'Istituto Pasteur di Parigi con tutte le possibili garanzie tecniche.

Le fiale sono controllate prima della consegna. Il vaccino è conservato in ghiacciaia e ogni scatola porta la data-limite d'impiego, che è il quindicesimo giorno da quello della preparazione.

Il B. C. G. viene anche fabbricato in tutto il mondo, in vari laboratori qualificati, ma tutte le culture *provengono dal ceppo dell'Istituto Pasteur di Parigi*. Questo Istituto prepara del pari il vaccino secco congelato, essiccato, che meglio si presta ad essere spedito ai paesi tropicali e lontani.

Tecnica della vaccinazione

Chi deve venire vaccinato?

Tutti gli anergici, soggetti a cutireazione negativa, trarranno beneficio dalla vaccinazione, ma essa conviene anzitutto ai neonati, ai fanciulli che frequentano le scuole e agli adolescenti, specie a quelli che frequentano ambienti favorevoli alla diffusione del morbo: studenti in medicina, infermieri, anergici che vivono in locali inquinati.

Il criterio che designa i soggetti da vaccinare è quello della sensibilità tubercolare. La prova più spesso usata è la cutireazione; se questa piccola scarificazione cutanea è positiva, si vedrà al terzo giorno in quel punto una piccola papula indurita, fra il rosa e il rosso, che sparirà dopo pochi giorni; la sua durata varia secondo l'intensità della reazione. Verranno vaccinati soltanto coloro che non abbiano presentato alcuna reazione locale; *quelli cioè che hanno cutireazione negativa.*

FABBRICAZIONE DEL B. C. G. ➡

1. **Palloni di culture del Bacillo Calmette-Guérin.**
2. **Matraccio rotante per produrre l'emulsione.**
3. **Filtraggio della cultura dopo emulsione.**
4. **Controllo della purezza mediante semina su gelatina agar-agar.**
5. **Trapianto in terreno nutritivo sterile.**
6. **Infialettatura e chiusura delle fiale del vaccino.**

Si usano anche altre prove: la *percutireazione*, con unguento alla tubercolina, che si pratica stendendo sulla pelle una minima quantità d'unguento, e costituisce una prova di grande sensibilità per i bambini fino a dodici anni. L'*intradermoreazione* (iniezione nel derma di una dose di tubercolina diluita), è un metodo ancora più eloquente di quanto non sia la cutireazione.

Metodi di introduzione del vaccino

M e t o d o d i i n g e s t i o n e. Usato dapprima ad esclusione di ogni altro, questo metodo dà un'allergia irregolare e tardiva (gode ancora la preferenza nell'America del Sud).

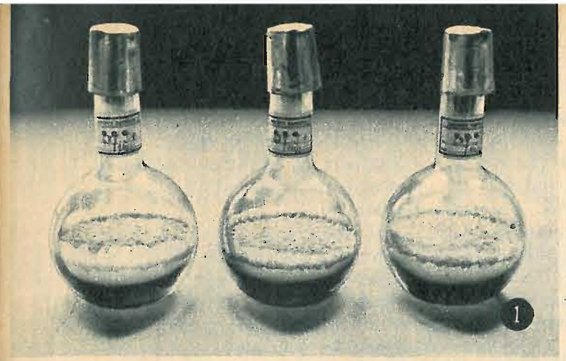
M e t o d i p a r e n t e r a l i. Sono adottati dal 1924. Le vie d'introduzione più usuali sono attualmente:

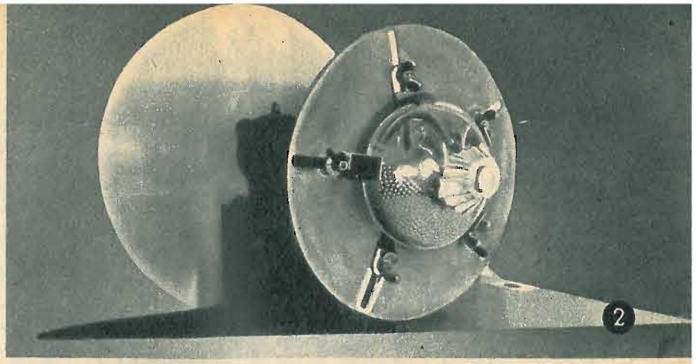
VIA INTRADERMICA. Semplice e precisa, molto appropriata per le vaccinazioni collettive, è largamente diffusa in Scandinavia. Si inietta nel derma (di solito nella regione alta del braccio) un decimo di centimetro cubo di una sospensione di bacilli, che corrisponde, secondo la concentrazione impiegata, ad un peso di B. C. G. variabile da un decimo a un quarantesimo di milligrammo. La papula ottenuta, che misura intorno ai 10 millimetri, deve sparire in pochi minuti. Dopo tre o quattro settimane appare un nodulo che cresce, può divenire un po' doloroso e talvolta suppura; ma l'ulcerazione guarisce sempre spontaneamente senza conseguenze infettive.

VIA PERCUTANEA. Del pari ottima, essa viene praticata sia secondo il metodo Rosenthal, con una trentina di punture (soprattutto nell'America del Nord e in Norvegia), sia secondo il metodo di Nègre e Bretey, producendo con un vaccinostilo da 4 a 6 scarificazioni cutanee lunghe 1 cm (diffusissimo in Francia). Essa procura un'ottima allergia che pare però di minore durata rispetto a quella data dal metodo intradermico. La tecnica è quella della vaccinazione antivaiolosa (concentrazione di 75 milligrammi di B. C. G. per centimetro cubo). Due o tre settimane dopo la vaccinazione, le cicatrici di scarificazione riappaiono per alcune settimane, senza reazione nè generale nè locale. Infatti, se la tecnica risponde alle norme, il B.C.G. è, fra tutti i vaccini, quello che può considerarsi il meglio tollerato.

Precauzioni da prendere

Occorrerà osservare il viraggio tubercolinico (epoca alla quale il soggetto da anergico diviene allergico) che si produce di solito intorno alla sesta, all'ottava o alla decima settimana. Siccome l'immunità non dura indefinitamente, sarà opportuno eseguire un controllo annuo, mediante cutireazione, sul soggetto che verrà rivaccinato finchè

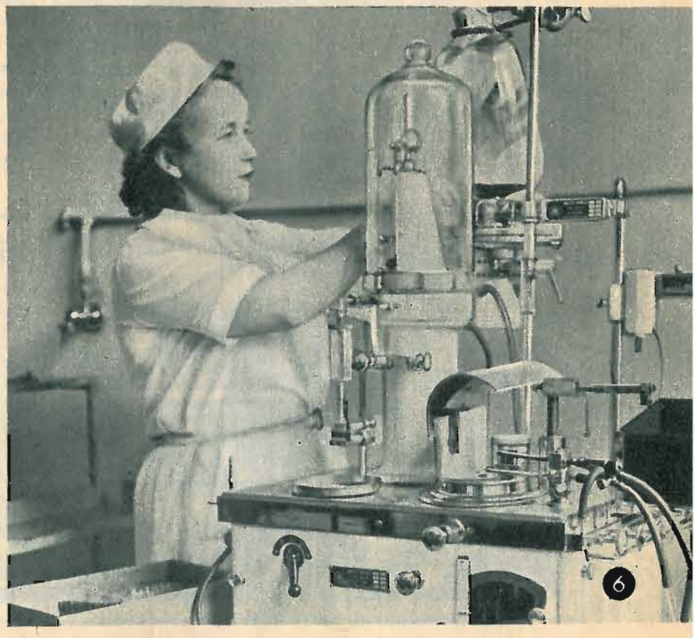












l'immunità non divenga definitiva. In pratica, il 90% dei soggetti conserva la reattività alla tubercolina per 4 ÷ 5 anni dopo la prima vaccinazione.

Si eviterà la vaccinazione nei periodi epidemici in genere (febbri eruttive, pertosse, ecc.), ma specialmente durante le epidemie di morbillo, poichè questo rende negativa la cutireazione, ciò che potrebbe costituire una fonte di errori. La denutrizione non è una controindicazione alla cura giacchè, al contrario, la tubercolosi colpisce più di frequente i soggetti indeboliti.

Il B. C. G. nel mondo

La diffusione del B. C. G. si è andata estendendo, specie dopo la magnifica prova data nei paesi nordici. La pratica sistematica del B. C. G. sugli adolescenti della campagna che si recano in città, per imparare un mestiere, ha ridotto da 100 a 5 la proporzione delle prime-infezioni.

In Danimarca, nell'isola di Bornholm dove non esiste più la tubercolosi bovina, si è proceduto dal 1940 alla vaccinazione sistematica di tutti i giovani. Vennero vaccinati 12 731 soggetti, cioè il 27% della popolazione. Mentre fra il 1936 e il 1940, si erano osservati 134 nuovi casi di tubercolosi, specialmente in individui dai quindici ai trentacinque anni, fra il 1941 e il 1945 si annoverarono soli 88 casi, uniformemente ripartiti fra tutte le età e con una diminuzione impressionante nei soggetti dai quindici ai trentacinque anni, come appunto appare nel grafico a pag. 681.

In Francia, mancano i dati complessivi atti a mettere in luce gli effetti delle vaccinazioni effettuate, che raggiungono quasi i 2 milioni. Tuttavia quel Bollettino dell'Istituto Nazionale d'Igiene pone in risalto un'interessante inchiesta, concernente 2 242 individui, presi a caso fra le migliaia che il dott. Weill-Hallé aveva vaccinato dal 1924 al 1946. Dei 1 332 (59%) che hanno potuto essere rintracciati, 75 erano defunti in maggioranza per incidenti, malattie infettive, ecc. Nove soltanto, tutti giovanissimi, erano morti di tubercolosi e, in 8 casi sui 9, si trattava di soggetti vaccinati per via orale e che vivevano a contatto di genitori tubercolotici. Fra le 2 242 vaccinazioni, se ne contavano 635 fatte per via sottocutanea, 1 260 per scarificazione e 347 per ingestione.

Questi dati, che non possono non inspirare fiducia, sono la premessa, indubbiamente valida, della legge che rende obbligatoria in Francia, cioè nella sua patria, la vaccinazione preventiva con il *Bacillo Calmette Guérin*.

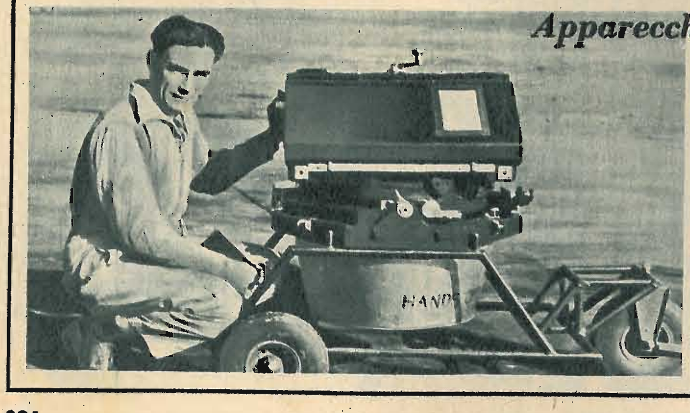
L'esempio degli Stati della Scandinavia è stato in breve volgere di tempo seguito dal Canada, dagli Stati Uniti d'America e da alcuni Stati dell'America del Sud. I buoni risultati ottenuti hanno indotto parecchi Paesi ad impiegare il vaccino e alcuni a renderlo obbligatorio, precauzione d'altronde inutile, poichè il pubblico si presenta spontaneamente ai centri di vaccinazione. Nell'U.R.S.S., al V Congresso dei Tisiologi russi (Mosca, settembre 1948), è stato assodato che il B. C. G. aveva contribuito all'abbassamento della mortalità tubercolare. Siccome la vaccinazione dei giovani costituisce la base della lotta contro la malattia, questa è diminuita all'incirca di due terzi da quando è obbligatoria la vaccinazione di tutti i neonati.

Nella Gran Bretagna, il ministro della Salute Pubblica ha annunciato nello scorso luglio che il B. C. G. sarà presto messo a disposizione del pubblico. La vaccinazione si estende anche in Asia e in Africa. Il Fondo Internazionale di Soccorso all'Infanzia (F. I. S. E.) ha assegnato due milioni di dollari all'Europa e altrettanto al resto del mondo, per contribuire ad estendere le vaccinazioni, sicchè questa pratica è in pieno sviluppo in Finlandia, Polonia, Cecoslovacchia, Jugoslavia, ecc.

In Italia l'impiego del B. C. G. ha avuto un principio di attuazione su larga scala nella primavera del 1949, con la gratuita vaccinazione volontaria degli allievi delle scuole primarie; è certamente ancora prematura ogni illazione sull'esito di questa profilassi.

La battaglia antitubercolare, che nel nostro Paese vanta eccellenti tradizioni organizzative, sia nella prevenzione sia nella terapia, ha trovato oggi due armi eccellenti nella streptomicina e nell'acido paraminosalicilico. L'antibiotico ha conseguito i ben noti risultati straordinari in forme prima mortali. Oggi se ne potenzia l'azione associando alla streptomicina buoni preparati di acido paraminosalicilico che come l'Apacil riescono a debellare le forme più insidiose della malattia.

Apparecchio fotografico gigante



Montato su un B 17 « Flying Fortess » del Servizio per gli studi costieri e geodetici, che se ne serve per tracciare e aggiornare le carte delle coste e delle zone strategiche degli Stati Uniti e dell'Alaska, ha un obiettivo grandangolare corretto, a 9 lenti; pesa cogli accessori 300 kg e costa quasi 40 milioni di lire. Ogni fotografia, di 90 cm di lato, copre una superficie di 300 kmq all'incirca, rilevata verticalmente a 4 200 metri di quota.

GLI AEREI DA TRASPORTO DEL 1955 VOLERANNO CON MOTORI A REAZIONE

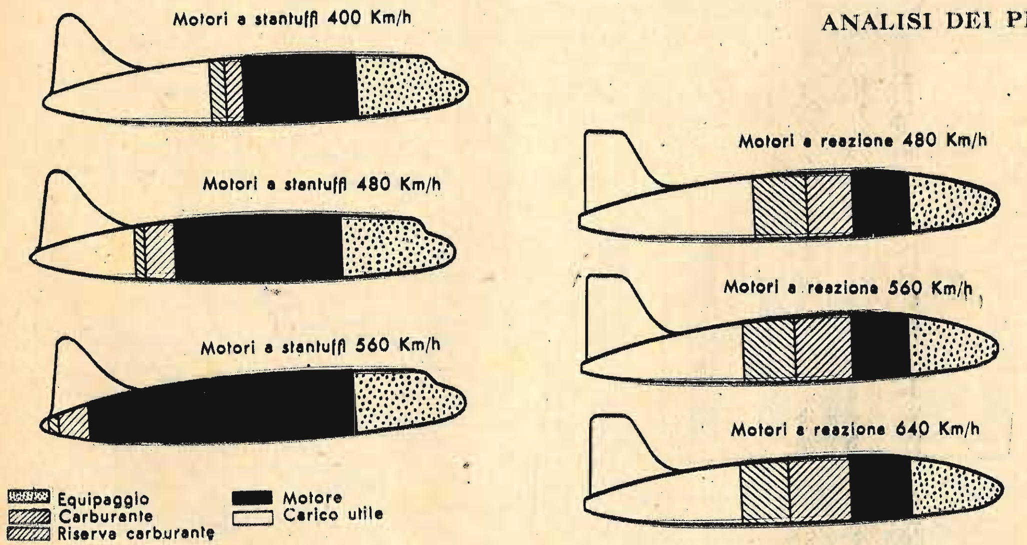
L'elica, che è stata per quaranta anni il suggestivo simbolo dell'aeronautica, va perdendo il suo primato di fronte ai turboreattori che, consentendo notevoli vantaggi sia tecnici sia economici, in compenso del maggiore consumo di carburante, riusciranno a soppiantare fra cinque anni, anche negli aerei commerciali, la propulsione a stantuffi.

SUBITO dopo la fine della guerra, prevedendo che il motore a scoppio avrebbe perduta la supremazia nel campo dell'aviazione commerciale, l'industria aeronautica britannica aveva impostato la costruzione di un certo numero d'altri prototipi. Questi apparecchi, secondo il programma stabilito quasi sei anni fa da una commissione presieduta da Lord Brabazon, dovevano essere equipaggiati per la maggior parte con turbopropulsori, cioè con turbine a gas accoppiate alle eliche consuete. Negli Stati Uniti, si continuava invece ad aver fede nel motore a scoppio e così, in Francia, non era previsto l'uso del turbopropulsore nè sugli apparecchi in corso di costruzione (*Languedoc* 161, SO 30) nè sui prototipi (Centre *Cormoran*, SE *Armagnac*, Bréguet *Deux-Ponts* e *Mercure*) messi in cantiere per succedere a quelli. In Italia il primo aereo a turboreattore fu costruito da Caproni, su progetto dell'ing. Campini, nel 1941, e collaudato dall'asso M. De Bernardi. La velocità raggiunta nel volo di trasferimento Milano-Roma (650 km/h) non parve però tale da giustificare, in tempo di guerra, l'inizio di una produzione in serie a scapito di quella degli aerei con motore a scoppio.

Eppure, l'aeroplano commerciale con propulsione a reazione o a getto (turboreattore) è ormai accettato da tutti. In Gran Bretagna, nuovi tipi, come il De Havilland *Comet*, vengono ad aggiungersi a quelli già in uso; i più importanti costruttori americani sono concordi nel rivolgere la loro attenzione alla nuova formula, e una delle Società nazionali francesi presenta un progetto di aereo transatlantico mosso da turboreattori.

D'altro lato, la buona prova data dalla propulsione a reazione nei più recenti bombardieri americani, come il Boeing B 47 *Stratojet*, potrebbe aver segnato la fine dei motori a scoppio per questo tipo di aeroplani. È probabile che il *Convair B 36* debba essere l'ultimo bombardiere equipaggiato con siffatti motori; infatti, sembra raggiunto l'accordo nei riguardi del suo successore, il *Boeing XB-52*: costruito dapprima per essere equipaggiato con otto turbopropulsori Wright J-35 *Typhoon*, esso sarebbe invece mosso da un numero identico di turboreattori, attualmente in

ANALISI DEI PESI



Soltanto quando si superano i 450 km/h l'aereo a reazione ha il sopravvento sull'aeroplano con motori a stantuffi, per quello che riguarda il peso del motore ed il carico trasportato. Alle grandi velocità, come appare dal grafico, l'aereo ordinario non può più, in pratica, trasportare alcun carico merci.



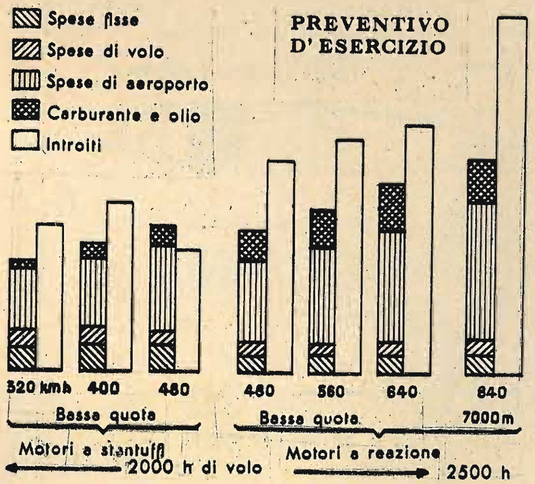
Il Convair B 36

corso di prova, capaci di una spinta superiore a 3 000 chilogrammi.

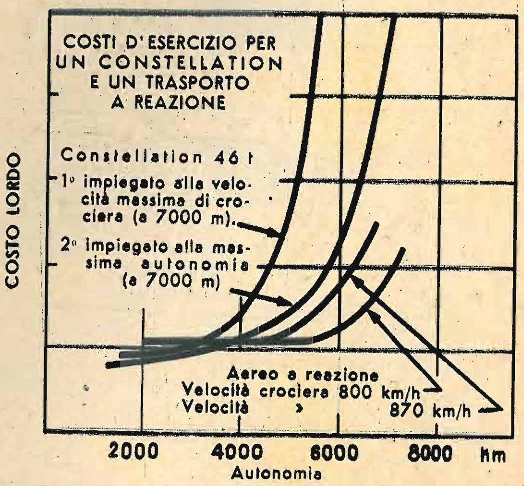
La trasformazione di un bombardiere in aereo commerciale mediante modifica della fusoliera è una specialità della Boeing. La fortuna dello *Stratocruiser*, derivato dalla *Superfortress* secondo quel procedimento, induce a credere che la costruzione di un aereo commerciale a reazione seguirà di poco la costruzione in serie del B-47 e dell'XB-52; ciò spiega perchè la Douglas e la Lockheed, per non correre il rischio di venire sorpassati dalla concorrente, mettano in cantiere un apparecchio dello stesso tipo.

Modelli in costruzione e in progetto

Nella Gran Bretagna, il Vickers *Viking-Nene*, derivato dal Vickers *Viking* per sostituzione dei motori Bristol *Hercules* (1 690 cav) di quest'ultimo con turboreattori Rolls-Royce *Nene* di 2 270 chilogrammi di spinta, vola già da anni sperimentalmente. Una trasformazione dello stesso genere è stata ora eseguita partendo dal Vickers *Viscount*, la cui cellula — più moderna di quella del *Viking* — serve da banco di prova volante per i vari turbopropulsori. Ma questi tipi alari, progettati per le velocità relativamente modeste degli aeroplani commerciali mossi da motori a scoppio, non lasciano sperare risultati economici soddisfacenti alle velocità più elevate, che sono indispensabili per il buon rendimento del turboreattore. Si crede perciò che i due primi aeroplani commerciali britannici a reazione, aventi qualche probabilità di far prevalere la nuova formula, siano piuttosto i quadrireattori: *Avro C 102*, costruito al Canada, equipaggiato coi Rolls Royce *Derwent V*, e De Havilland DH-106 *Comet* mossi dai De Havilland *Ghost*. Il primo è un apparecchio ad ala diritta, da 24 t, destinato a trasportare 40 passeggeri su percorsi dai 1 500 ai 2 700 km ad una velocità di crociera di 700 chilometri/h. Il secondo, le cui caratteristiche sono state rese note solo recentemente, adotta la formula più moderna dell'ala a freccia; col peso proprio di una quarantina di tonnellate, esso trasporterebbe a 800 km/h 32 passeggeri su 1 600 km; entrambi i tipi sono oggetto di commissioni in serie, il primo da parte delle *Transcanada Airlines*, il secondo da parte della *British Overseas Airways Corporation*, che fra i sedici apparecchi attualmente in fabbricazione ne riceverà quattordici.



Preventivo di esercizio (spese a sinistra, introiti a destra) di aeroplani da trasporto equipaggiati con motori ordinari a stantuffi e con turboreattori.



Quanto costa il trasporto della tonnellata-chilometro per un Constellation ordinario con motore a scoppio e per un Lockheed a reazione.

Negli Stati Uniti, la maggior parte dei costruttori ha convenuto di prolungare fino al 1955 l'impiego dei tipi di aeroplani commerciali ora in servizio, migliorandone il rendimento coll'uso del motore *compound* (motore a stantuffi coll'aggiunta di una turbina di scarico). A questo modo sarebbe consentito di passare, senza stadi intermedi, ai modelli appositamente progettati: i prototipi, che sono fin da ora in allestimento, preparerebbero l'entrata in servizio degli apparecchi a reazione prevista per il 1955. I progetti sono differenti secondo che i costruttori prevedano l'adattamento di bombardieri già esistenti o la creazione di tipi interamente nuovi.

I primi Boeing, Convair e Northrop potrebbero essere pronti abbastanza rapidamente. È stato più volte annunziato che la Boeing stava trasformando il suo esareattore di 56 t B-47 *Stratojet* (che raggiungeva i 1 000 km/h) in un quadrireattore commerciale da trasporto, mediante la soppressione dei motori esterni e l'ingrandimento della fusoliera; la notizia è verosimile, e un'operazione analoga potrebbe essere eseguita sull'XB-52. La velocità degli aeroplani commerciali così modificati sorpasserebbe ancora notevolmente gli 800 km/h, mentre l'autonomia, almeno per l'XB-52 che è del tipo bombardiere *intercontinentale*, consentirebbe la traversata senza scalo dell'Atlantico settentrionale.

La Consolidated Vultee (Convair) giungerebbe ad un risultato poco dissimile per l'evoluzione normale del suo bombardiere esamotore B-36. Essa ne ha studiato un tipo da trasporto militare per 400 uomini equipaggiati: l'XC-99 da 120 t, con sei Pratt e Whitney *Wasp Major* da 3 500 cav. Questo B-36 è ora oggetto di molteplici trasformazioni: dotandolo di turboreattori, sostituendo l'ala rettilinea con un'ala a freccia, si fa assegnamento su un aumento notevole della velocità, che raggiungerebbe gli 800 km/h, e della quota massima, la quale supererebbe i 15 000 metri. Sono allo studio, contemporaneamente, le soluzioni miste e l'uso esclusivo dei reattori.

La Northrop, colla sua ala volante XB-49 da 92 t, equipaggiata con otto turboreattori G. E. Allison J 35 di 1 700 kg di spinta, è la più progredita: questo apparecchio viene già costruito in piccola serie come bombardiere e il suo adattamento ad aereo commerciale non pare presentare soverchie difficoltà: il progetto prevede 50 passeggeri e 9 000 kg di carico. La velocità di crociera è finora di soli 660 km/h, ma si crede di poterla accrescere fino a quasi 800 km/h con l'impiego di turboreattori più moderni dell'J-35. Occorre tuttavia decidere se accettare o no il tipo dell'ala volante, che godrebbe minor favore da quando la De Havilland ha risoluto di rinunciarvi per il *Comet*.

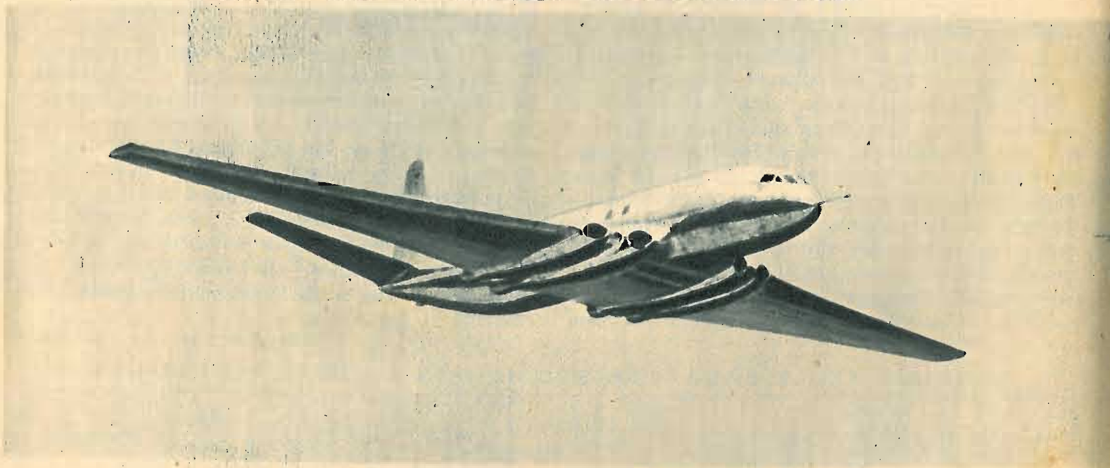
TABELLA DELLE CARATTERISTICHE DEGLI AEREI A REAZIONE

Costruttori	Denominazione	Apertura alare	Lunghezza	Numero dei passeggeri	Carico pagante	Peso totale	Reattore	Spinta unitaria	Velocità di crociera	Autonomia	Osservazioni
		(m)	(m)		(kg)	(t)		(kg)	(km/h)	(km)	
Inghilterra:											
A. V. Roe . . .	Avro C-102.	»	»	36-40	»	25	4 R. R. "Derwent V".	1 814	700	1 700-2 700	Ali diritte
— . . .	Avro "Tudor" VIII	36,6	26,03	22-24-32	»	»	4 R. R. "Nene".	2 270	»	»	
De Havilland .	D. H. 106 "Comet".	»	»	20-32	»	33,85	4 D. H. "Ghost".	2 270	800	1 600-3 200	Ali a frecce
Vickers-Armstrong	"Viking Nene".	27,2	19,86	24	»	15,2	2 R. R. "Nene".	2 270	630	550	1° volo: 5-4-1948
—	"Viscount" (modificato).	27,14	22,72	30 ?	»	17,7 ?	—	»	»	»	
S. U. A.:											
Boeing	Derivato dal B-47.	35,4	32,9	»	»	56	4 G. E. "Alison" J-35.	1 820	800	»	(Progetto)
—	Derivato dal XB-52.	»	»	»	»	»	8 —	3 000	800	»	(Progetto)
Consolidated Vultee	Derivato dal B-36.	70,14 ?	50 ?	»	»	»	—	»	800	»	(Progetto)
Northrop	YB-49 (modif.)	»	»	50	9 000 (1)	92	8 G. E. "Alison" J-35.	1 700	660	»	Ala volante
Douglas	—	»	»	»	»	»	—	»	800	6 500-8 000	Ali a freccia sottili, turboreattori sospesi
Lockheed . . .	—	»	»	40-50	»	68	—	»	850	5 600	(Progetto)
Francia:											
S. N. C. A. S. O.	—	»	»	72-80	7 000-9 000 (2)	41-45	4 Hispano "Nene".	2 270	700-850	1 850-2 500	(Progetto)

(1) Oltre i passeggeri, (2) Passeggeri compresi



L'Avro Tudor VIII è equipaggiato con 4 turboreattori Nenè.



Il De Havilland DH 106 Comet porterà 32 passeggeri a 800 km/h

I dirigenti della sezione progetti della Douglas e della Lockheed — Harold Adams e C. L. Johnson — hanno pubblicato l'anno scorso negli Stati Uniti alcuni dati sugli aerei commerciali a reazione che le loro ditte si propongono appunto di costruire.

La Douglas è persuasa di poter senz'altro ottenere nel 1955 una velocità di 800 km/h e un'autonomia di 6 500 ÷ 8 000 km, sufficienti per il volo Parigi-New York. La formula delle ali sottili a freccia, con turboreattori in navicelle sospese mediante puntoni — formula abbastanza vicina a quella dello *Stratojet* — è a suo parere la più soddisfacente.

Per la Lockheed, C. L. Johnson ha precisato le caratteristiche e le prestazioni dell'aeroplano ch'egli giudica possibili: peso totale 67 t; 40 ÷ 50 passeggeri; velocità di crociera 850 km/h a 11 500 m; autonomia 5 650 km contro un vento di 96 km/h e con quarantacinque minuti di combustibile di riserva; terreno di decollo di 2 000 m.

Infine, è bene accennare al programma ufficiale americano del *Civil Transport Aircraft Development Board*, relativamente modesto nelle sue prescrizioni: 40 passeggeri e 4 500 kg di carico; velocità 800 km/h; autonomia 3 800 km oltre una riserva di carburante per 1 200 km.

Il progetto francese della S.N.C.A.S.O. comprende un aeroplano di 41 ÷ 45 t a pieno carico, equipaggiato con quattro turboreattori Hispano *Nene*; esso potrà trasportare 72 passeggeri per tappe di 2 500 km, e 80 passeggeri per tappe di 1 850 km; la velocità di crociera a 11 000 m di quota sarebbe compresa fra i 700 e gli 800 km/h.

Velocità ed economia

Si potrebbe supporre che l'aumento della velocità di crociera, la quale passerebbe dai 500 km/h del motore a scoppio agli 800 km/h ottenibili con la propulsione a getto, avesse per scopo di attrarre la clientela in vista del guadagno di tempo, sia pure scontato dall'enorme aumento di consumo del combustibile. In realtà il problema è di altra natura.

In contrapposto al consumo, assai più elevato di quello del motore a scoppio, il turboreattore



Uno dei primi trasporti inglesi a reazione: l'Avro C-102



Il Vickers Viking-Nene derivato da un modello con motori a stantuffo

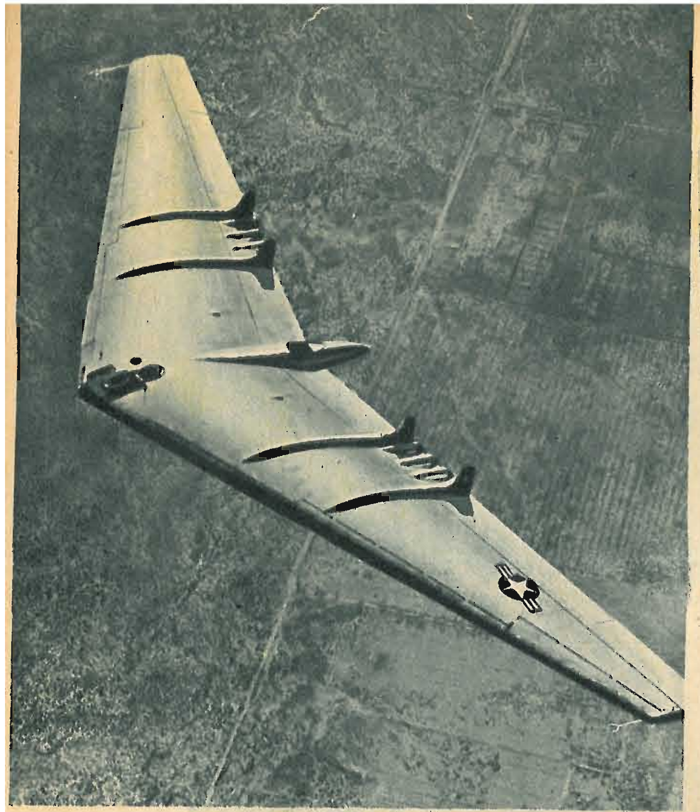
offre infatti una notevole serie di vantaggi. Esso è meno pesante; la finezza degli aerei sui quali viene montato risulta migliorata; il peso della cellula sarà minore, in parte per la diminuzione dell'indispensabile isolamento acustico, ma soprattutto per la diminuzione di altezza e quindi del peso, del carrello di atterraggio, conseguente alla soppressione delle eliche; la differenza può raggiungere il 3% del peso totale. La manutenzione di un turboreattore è assai meno costosa di quella di un motore a scoppio e si fa anche assegnamento su possibili economie nella manutenzione della cellula, meno scossa dalle vibrazioni.

Ma ciò che costituisce la superiorità della propulsione a getto sul motore a scoppio è soprattutto il fatto che il combustibile rappresenta solo una frazione piuttosto esigua delle spese totali, rispetto all'interesse del capitale investito, all'ammortamento, all'assicurazione, agli stipendi del personale navigante, che sono tutti capitoli non dipendenti dalla velocità. Nei riguardi di questa, l'aumento degli introiti connesso alla maggiore frequenza di impiego dell'apparecchio per il fatto d'essere più rapido può prevalere sul maggior consumo. Questo ragionamento, che già giustificava entro limiti estesi l'aumento di velocità degli aerei commerciali con motori a scoppio, è ugualmente valido quando si tratti di passare dall'uno all'altro tipo di propulsione.

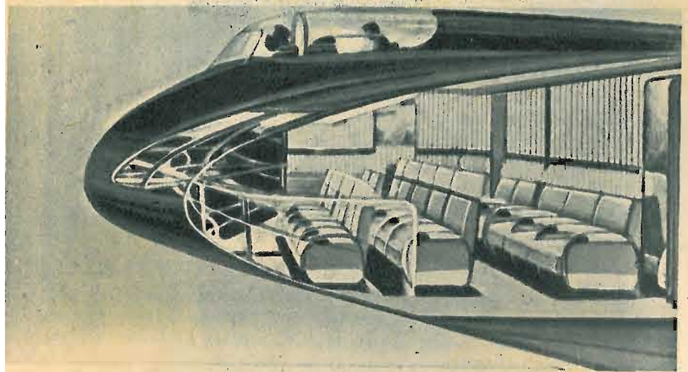
Sono stati eseguiti numerosi studi comparativi e i diagrammi a pag. 685, che illustrano dati forniti dall'Air Commodore Whittle in una conferenza tenuta il 20 gennaio 1949 all'Aéro-Club di Francia, relativi alla linea Parigi-Londra, rendono manifesta la netta superiorità dell'aereo a reazione.

Può dirsi altrettanto per i percorsi più lunghi e specialmente per le linee transatlantiche?

Pare a prima vista che il vantaggio della reazione sia tanto maggiore quanto più breve è la tappa: l'economia dovuta all'alleggerimento della cellula e dei motori rimane infatti costante, sicchè l'aumentato consumo di combustibile ne assorbe allora solo una minima frazione; viceversa, il maggior consumo rischia di divenire proibitivo sui lunghi percorsi, in quanto il carico



L'ala volante Northrop YB-49



Nell'ala volante adibita al trasporto di passeggeri i sedili dovrebbero essere disposti trasversalmente.

utile viene eccessivamente ridotto dal maggior peso di combustibile trasportato.

In realtà il problema è più complesso. Per esempio, la quota *ottima* per l'impiego della reazione è più alta che non nel caso del motore a scoppio; ciò che è dovuto, in particolare, al miglior rendimento del turboreattore alle basse temperature della stratosfera; ma le tappe brevi non consentono la navigazione ad alta quota. Tenuto conto di questo ed altri fattori, i vantaggi della reazione si farebbero sentire fino a percorsi di varie migliaia di chilometri. Lo schema a pag. 686 dà il confronto, calcolato dal Johnson, fra l'ultimo modello del *Constellation* e l'aereo a reazione *Lokheed* di cui abbiamo indicato le caratteristiche.

Si dirà che il risultato dipende in gran parte dall'apparecchio scelto come termine di confronto. E siccome la velocità è così favorevole ad un esercizio economico, non si otterrebbe forse un risultato ancora migliore accrescendo la potenza dell'aeroplano mosso da motori a scoppio? Verrebbero così riuniti i vantaggi di una rotazione più rapida e di un minor consumo. Questa formula è stata sperimentata fin dal 1945 con il Republic *Rainbow*, che doveva dare una velocità di crociera di 640 km/h; i diversi esemplari costruiti non furono poi messi in servizio e la fabbricazione ne è ora interrotta.

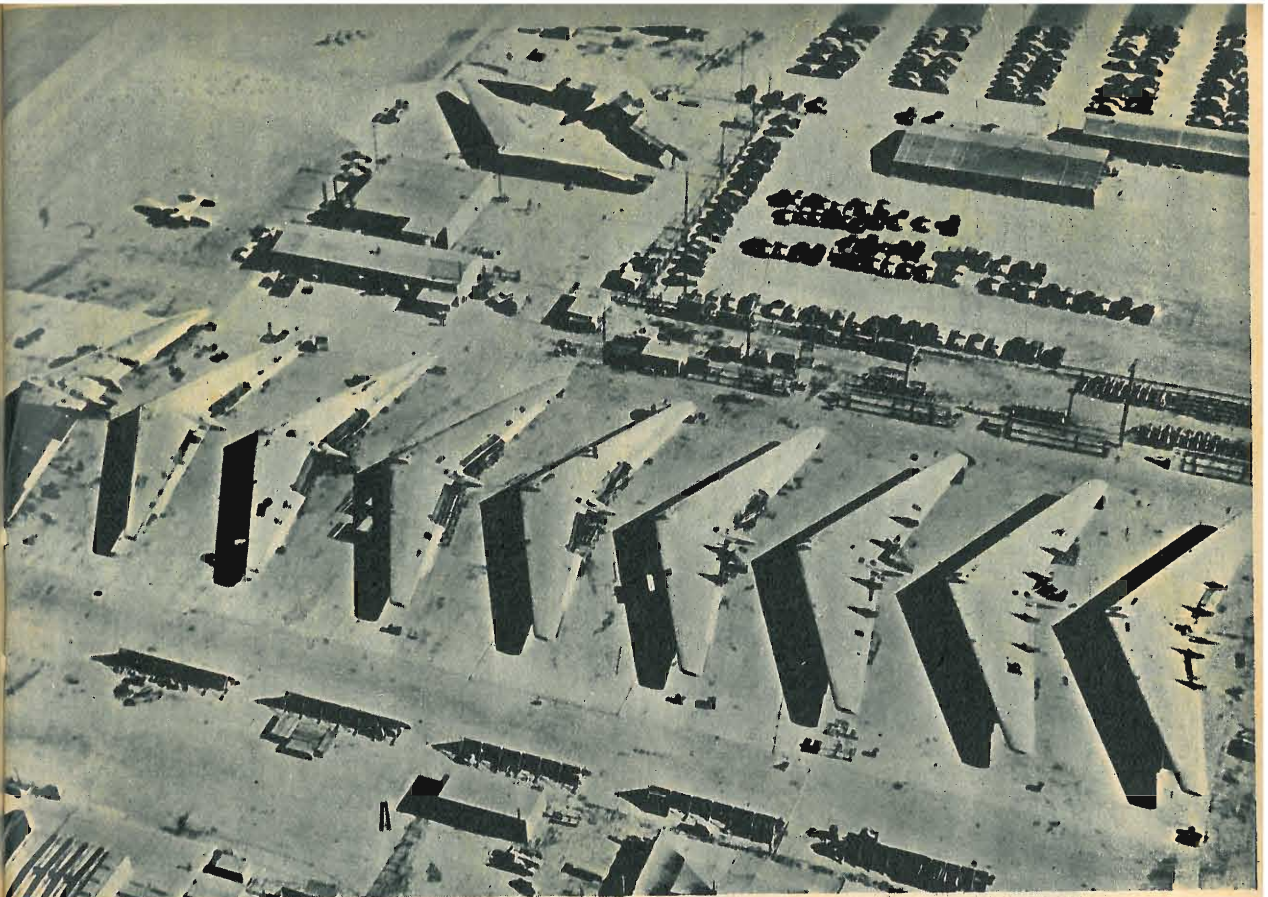
Si presentano infatti varie difficoltà. Se si presta fede a ciò che affermano i fabbricanti di eliche e in particolare la Curtiss Wright, si potrebbero ottenere ottimi rendimenti dell'elica a pale sottili fino verso gli 800 km/h. Ma lo studio delle grandissime eliche indispensabili per motori di accresciuta potenza è problema assai arduo; sembra appunto che il cattivo funzionamento delle eliche, le quali pure si credevano adatte per motori da 3 500 cav, abbiano costretto quest'estate alcuni *Stratocruiser* a invertire la rotta sorvolando l'Atlantico. Inoltre, le eliche di grande potenza sono pesantissime, di peso quasi uguale al turbopropulsore che le muove, e questa è una delle principali ragioni dell'insuccesso di questo tipo di motore; in esso il risparmio di peso, compresa l'elica, non raggiunge i valori che era lecito attendersi. Solo il turboreattore, sopprimendo sia le eliche uniche di grande diametro sia i dispositivi d'accoppiamento (anch'essi piuttosto pesanti) di due turbopropulsori con eliche controrotanti più leggere (Bristol *Brabazon*), consente un effettivo minor peso.

Possibili progressi del turboreattore

L'aereo commerciale a reazione deve poter fare concorrenza agli aeroplani attuali, ma la sua superiorità sull'aereo a motori *compound* non sarà probabilmente molto notevole. L'ottimismo, d'altronde piuttosto recente, dei costruttori americani, sembra derivi dalla fiducia ch'essi nutrono su perfezionamenti dei turboreattori che si possano conseguire prima ancora di avere pronte le cellule costruite per riceverli.

L'era del turboreattore da 5 000 libbre (2 270 chilogrammi) come il Rolls-Royce *Nene* è tramontata; il *Tay*, che ne è la variante più recente, raggiunge le 6 250 libbre (2 830 kg); l'*Avon*, a compressore assiale, dello stesso costruttore, montato sullo stesso bombardiere a reazione darà una spinta di 6 500 libbre (2 950 kg). I nuovi turboreattori americani sono anch'essi previsti per una spinta di 6 000 ÷ 7 000 forse anche 10 000 libbre (2 721, 3 175, 4 535 kg). Con queste potenze di 12 000 cav e oltre per ogni motore a 800 km/h, non si può più pensare all'impiego dell'elica.

D'altro lato, i rendimenti che si attendono dall'uso di alette di materiale ceramico e dal raffreddamento interno mediante un gas o un liquido, potranno sconvolgere i campi di applicazione rispettivi dei diversi motori. Esperimenti in questi due sensi erano in corso in Germania al momento dell'armistizio e in America, dove sono stati ripresi, si annunzia ora l'impiego di combinazioni di metalli e di materiali ceramici, capaci di resistere a temperature che superano di 200° C quelle consentite dalle leghe attuali.



Bombardieri Northrop Flying Wing con apertura 52 m, in corso di trasformazione per la propulsione con turboreattori. Un YB-49 da 97 t al decollo, con 8 reattori, ha percorso 5 360 km a 615 km/h di media.

Molteplice sarà la ripercussione di questi perfezionamenti sull'economia dei trasporti a reazione. In primo luogo, si avrà una riduzione di consumo del 20% all'incirca, dovuta all'aumento della temperatura ammissibile nella turbina; d'altro lato, a questa riduzione di consumo corrisponderebbe una migliore utilizzazione dell'aria a bassa densità degli altri strati atmosferici, per effetto del diminuito eccesso d'aria ammessa nel reattore per limitare le temperature; si pensa di ottenere così, a pari quota, una spinta quasi doppia. Infine, alle quote da 15 000 a 20 000 m che potrebbero venir raggiunte dagli aerei a reazione, la resistenza al moto certamente assai più debole permetterebbe un nuovo aumento di velocità e di rendimento propulsivo.

Dunque, la reazione si difende fin d'ora per l'aereo commerciale alla velocità di 800 km/h su percorsi di 4 000 a 5 000 km. Ma molto probabilmente i costruttori, all'epoca dell'entrata in servizio dei loro apparecchi, potranno avere la felice sorpresa di poter disporre di motori che ne spingano la velocità a 900 km/h e l'autonomia a 5 000 o 6 000 km.

Questi perfezionamenti varranno anche per il turbopropulsore e perfino per il motore *compound*; ma ciò avverrà in misura minore e le sole ripercussioni dell'aumento delle potenze unitarie sul diametro e sul peso delle eliche basterebbero a vietare l'uso sia del turbopropulsore sia del motopropulsore.

Sorvolo dell'Atlantico in otto ore

Si deve osservare, concludendo, che tutti i calcoli intorno all'economia della propulsione a reazione sono destinati a risultare fallaci quando al combustibile trasportato per un volo di mezz'ora occorra aggiungere quello necessario per l'eventuale discesa ad un aeroporto di disimpegno o per un volo di attesa di un'ora o più prima dell'atterraggio in caso di nebbia. La necessità di una riserva di combustibile in vista di questa eventualità è assai sfavorevole all'aereo commerciale a reazione. Siccome il suo rendimento propulsivo scende all'incirca proporzionalmente alla velocità, assai meno dell'aereo ad eliche esso ha interesse a volare in questo caso a velocità ridottissima.

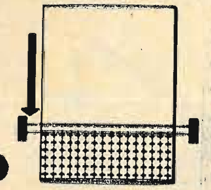
Giova però sperare che prima dell'entrata in servizio degli aerei a reazione, gli aeroporti più frequentati siano provvisti di dispositivi atti ad accelerare l'atterraggio senza visibilità, chè altrimenti occorrerebbe moltiplicare i campi di aviazione.

A queste condizioni possiamo attendere l'epoca non lontana in cui un aereo, compiendo l'andata e il ritorno in giornata, attraverserà l'Atlantico settentrionale senza scalo in sette, otto ore e ad una tariffa di passaggio metà di quella attuale.

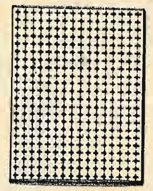
Senza inchiostro nè macchina da stampa

LA XEROGRAFIA

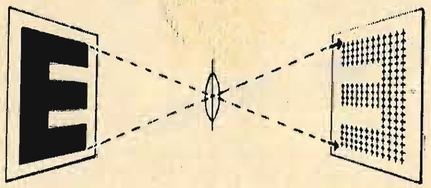
Con questo recentissimo ed economico processo elettrico molto semplice è possibile riprodurre, su superfici di sostanze varie, in meno di un minuto e senza richiedere altra materia prima che una polvere nera o colorata, qualsiasi documento o disegno al tratto.



1 **Sulla lastra ricoperta di antracene, si depositano le cariche elettriche.**

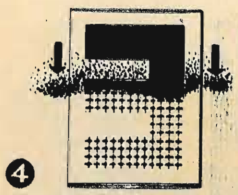


2 **I fili ad alta tensione ripartiscono con uniformità le cariche elettriche**

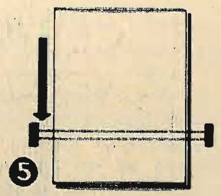


3 **L'immagine del documento da riprodurre è proiettata sulla lastra.**

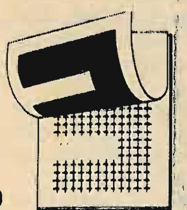
Rimangono cariche le sole parti che non sono state colpite dalla luce.



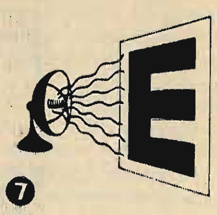
4 **Una polvere sottile sulla lastra aderisce alle parti rimaste cariche.**



5 **Un foglio di carta applicato sulla lastra riceve le cariche elettriche.**



6 **La polvere aderendo alla carta dà l'immagine positiva del documento.**



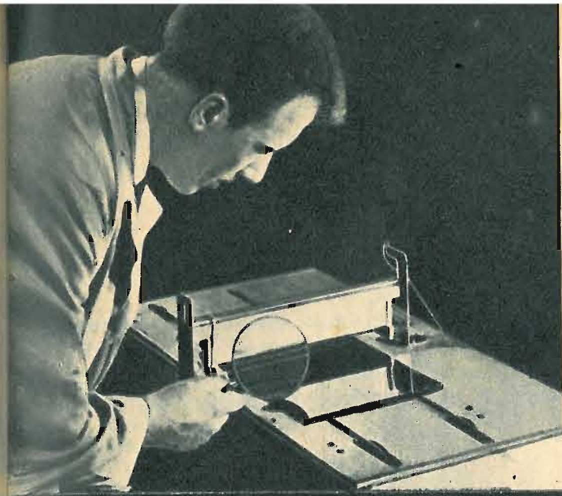
7 **La polvere si fonde in pochi secondi: l'immagine è fissata sulla carta.**

UN NUOVO quanto semplice processo di riproduzione fotografica è stato oggetto, al Congresso annuale 1949 della Società di ottica degli Stati Uniti, di esperimenti dimostrativi che hanno interessato i tecnici della stampa. Il principio su cui esso si basa è dovuto ad un dilettante, M. F. Carlson, avvocato a New York; l'*Istituto Battelle* e la *Haloid Co*, ne hanno completato lo studio più pratico. Il suo nome: *xerografia*, deriva dalle voci greche *xeròs* (secco) e *grafo* (scrivere). Il processo permette infatti di riprodurre documenti sopra diverse sostanze, senza rivelatore nè fissatore chimici dell'immagine. È fondato, da un lato, sulla proprietà, posseduta da certi corpi, di essere isolanti dell'elettricità al buio e di diventare invece buoni conduttori, allorchè vengano esposti alla luce; d'altro lato sull'attrazione elettrostatica esercitata da un corpo carico sulle polveri sottili. Le figure a sinistra illustrano le varie fasi del processo.

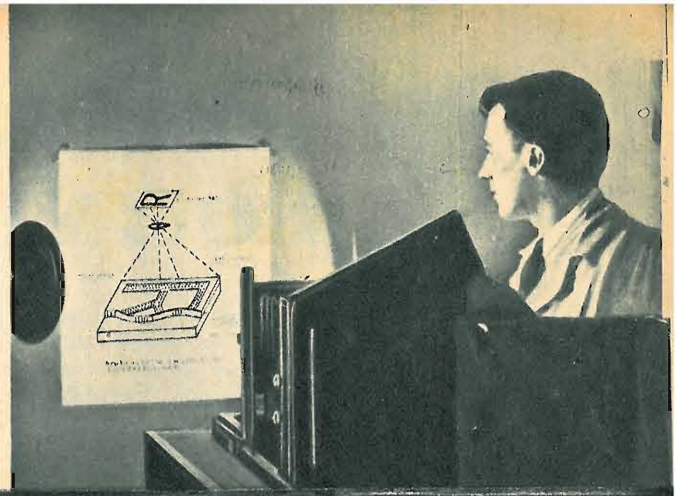
A Sopra una lastra metallica, cioè buona conduttrice dell'elettricità, ricoperta da un produtto fotoconduttore (per lo più antracene), si depositano cariche elettriche facendola passare sotto fili metallici sottili ad alta tensione, che per il cosiddetto effetto *corona* (scarica nei conduttori a forte curvatura) ripartiscono in modo uniforme le cariche sull'intera superficie. Si opera, naturalmente, al buio.



C Sparsa sulla lastra una polvere di resina sintetica a basso punto di fusione i granelli aderiscono ai punti rimasti carichi dopo esposizione alla luce.



A Per l'effetto corona, sottili fili metallici depositano cariche elettriche sulla lastra metallica preventivamente ricoperta con un isolante fotosensibile.



B Mediante un ingranditore, l'operatore proietta sulla lastra carica l'immagine del documento; si forma un'immagine elettrica, da rivelare.

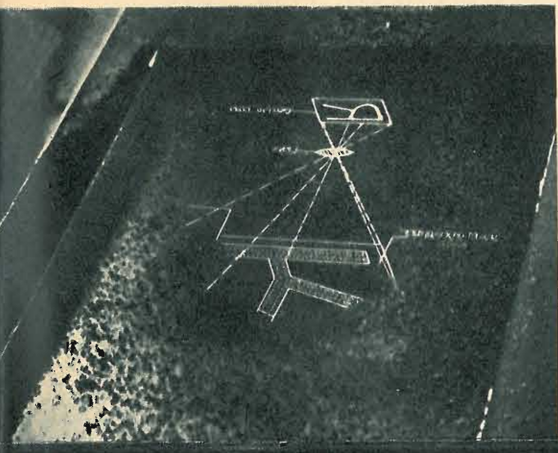
B Sulla lastra così caricata si forma allora, mediante un adatto dispositivo ottico, oppure usando semplicemente un torchietto analogo a quelli usati per la stampa delle consuete copie positive fotografiche, un'immagine luminosa del documento da riprodurre. Le cariche elettriche persistono nelle parti non illuminate, mentre in quelle colpite dalla luce esse sfuggono nel metallo attraverso il rivestimento divenuto conduttore. Si ottiene così una vera e propria *immagine elettrica* del documento, la quale è ben inteso invisibile in questa fase dell'operazione.

C Si spruzza allora sulla lastra una polvere speciale; questa, aderendo su tutte le parti rimaste cariche, fornisce un'immagine positiva, ma rovesciata, del documento. Mediante un procedimento analogo, non rimane ora che trasportarla, raddrizzata, sulla carta per la stampa.

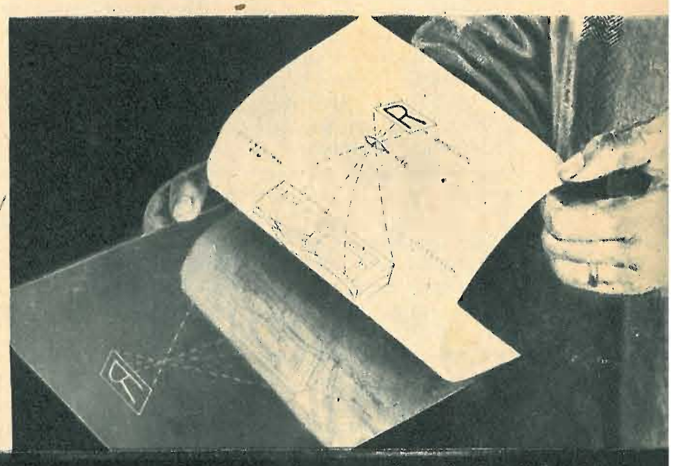
D La carta viene applicata sulla lastra, poi caricata positivamente, come era la lastra. Le particelle di polvere si staccano allora da quest'ultima per aderire fortemente alla carta. L'immagine così ottenuta è identica al documento originale, essendo avvenuti due rovesciamenti. Occorre, infine, fissarla.

E La polvere, una resina sintetica a basso punto di fusione, viene stabilmente incorporata nella carta riscaldandola, per uno o due secondi; o applicando sulla carta una lastra riscaldata, o facendola passare in un forno elettrico, o anche esponendola ai raggi infrarossi. Si ottengono stampe a colori, aggiungendo alla polvere sostanze coloranti.

Con un'attrezzatura ben studiata, tutte le operazioni sopra descritte si compiono agevolmente senza che l'operatore debba intervenire e in meno di un minuto. La lastra serve indefinitamente e il processo non consuma se non energia elettrica e la polvere speciale. Esso sembra quindi economico, ma dà buoni risultati soltanto nelle riproduzioni a semplice tratto. Nelle mezze tinte, l'esito è finora poco soddisfacente.



D L'immagine ottenuta è positiva e rovesciata; nel trasporto sulla carta subirà un nuovo rovesciamento che ristabilirà la destra e la sinistra.



E Applicata sulla lastra, la carta è caricata elettricamente, e così i granelli di polvere vi aderiscono. Il riscaldamento fisserà l'immagine.

Dagli specchi ustori alle centrali solari

I FORNI SOLARI

Con i suoi leggendari specchi, Archimede incendiò la flotta romana che cingeva d'assedio la città di Siracusa: un gruppo di scienziati ha oggi ripreso, dopo vari altri tentativi, lo studio della radiazione solare come fonte industriale di energia. I primi risultati questa volta ottenuti fanno sperare nella possibilità di un esercizio altamente redditizio.

È FAMOSA la storia degli specchi ustori di Archimede, ideati per difendere la sua patria: egli lanciò, dicono gli storici antichi, il fuoco del Sole sulla flotta nemica e la ridusse in cenere quando era ormai prossima alle mura di Siracusa; ma questo racconto al quale si è creduto per quindici o sedici secoli è stato poi contraddetto e quindi considerato addirittura una favola in questi ultimi tempi. »

Così si esprimeva Buffon, intorno alla metà del XVIII secolo, ed aggiungeva: « Cartesio, nato per giudicare e perfino superare Archimede, ha sentenziato contro di lui con piglio autoritario; ha negato la possibilità dell'invenzione e la sua opinione è prevalsa sulle testimonianze dell'antichità. I fisici moderni sono dello stesso parere. Agli antichi si concede soltanto ciò che non è possibile negare ». Buffon si propose perfino di riabilitare Archimede coi fatti e senza ricorrere alla *Diottrica* di Cartesio. In questa controversia, i cartesiani si appoggiano alla celebre esperienza dello *Specchio del Re* e ad altre più recenti: usando un riflettore parabolico di 42 pollici (1,137 m) di diametro. L'astronomo ligure Gian Domenico Cassini (1625-1712) aveva infatti potuto fondere « in due minuti secondi l'argento e il ferro battuto » nel gabinetto di fisica dell'Osservatorio di Parigi, alla presenza di Luigi XIV; il *Re Sole* comandava al Sole: non c'era, nè poteva esserci alcun dubbio.

L'anno 1745, nel giardino del re di Francia, con provvedimento affatto diverso, disponendo 140 specchi piani in modo da *focalizzare* i loro riflessi solari, Buffon potè infiammare agevolmente a 60 m di distanza una catasta di legna secca. La macchina di guerra di Archimede veniva così ad essere ricostituita nelle sue linee fondamentali.



Con questo specchio ustorio di 1,13 m di diametro, Cassini potè fondere ferro e argento.

Il grande siracusano allineava forse sulle mura della città una moltitudine di specchi piani affidandone la manovra, elemento per elemento, agli specialisti di una *compagnia* del genio di cui aveva assunto il comando? Oppure aveva preferito operare mediante grandi paraboloidi sorretti da robuste armature e portanti all'interno specchi poligonali, talchè il loro *fuoco* risultasse tanto più efficace per lo scopo prefisso, quanto meno fosse puntiforme? Nessuno può dirlo, giacchè i disegni sono andati perduti insieme con le altre opere del massimo matematico dell'antichità. Ma rimane il fatto d'arme, ossia che Archimede ad oltre 200 m di distanza incendiò la flotta della spedizione di Marcello, probabilmente alla fonda.

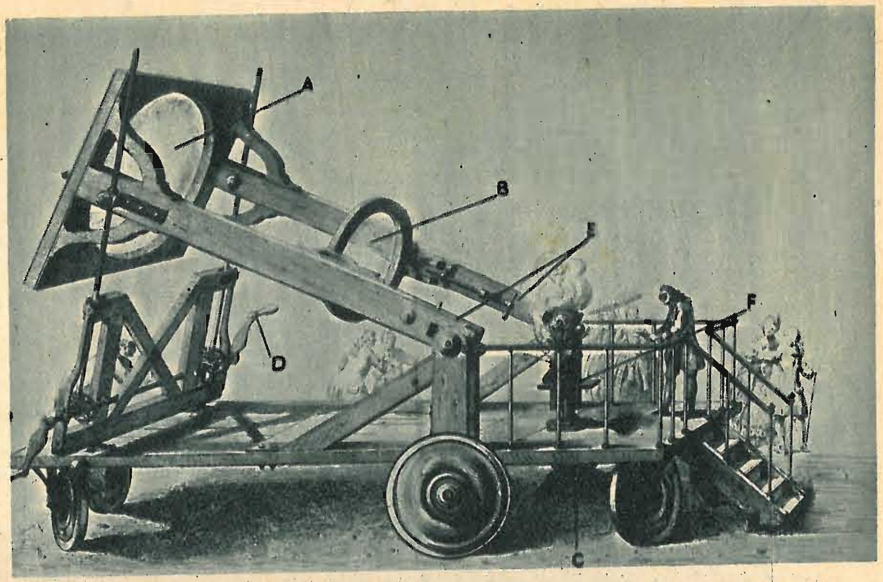
Per parte nostra ammetteremo l'una e l'altra ipotesi poichè, come vedremo, i due metodi debbono presiedere all'allestimento delle prime *centrali solari* a carattere industriale; lo studio e le prove ne sono stati affidati dal Centro Nazionale della Ricerca Scientifica a Félix Trombe, assistito dai collaboratori.

La tecnica di Lavoisier

Proprio valendosi di materiale bellico modernissimo, progettato dai tecnici ottici di Jena (si tratta di due proiettori tedeschi di 2 m di diametro e 85 cm di distanza focale, destinati alla difesa contraerea) quegli sperimentatori hanno iniziato ora i lavori preliminari nell'Osservatorio astronomico di Meudon.

Trascurando in un primo tempo, e provvisoriamente, la quantità di energia che si poteva raccogliere, hanno studiato le massime temperature raggiungibili concentrando l'irraggiamento solare. In questo modo essi proseguivano le esperienze, non meno memorabili dell'impresa di Buffon, eseguite da Lavoisier, dall'agosto 1772 al 1774, valendosi di apposite lenti giganti.

FORNO SOLARE ➡ DI LAVOISIER (1772) **Lavoisier adoperò questo carrello orientabile a mano per le sue esperienze del '772-'774, che dovevano poi sboccare nell'analisi dell'atmosfera. La grande lente A formata da calotte sferiche accoppiate è riempita di spirito di vino; la lente B accentua la concentrazione dei raggi. In C, il centro del movimento orizzontale della macchina; in D, le manovelle per manovrare verticalmente le lenti; in E le viti per spostarle l'una rispetto all'altra; in F il crogiolo. Con questo apparecchio, si riusciva a fondere il ferro rapidamente e a far raggiungere al platino la soglia di fusione.**



Fin dal 1699, infatti, l'ottica delle lenti, venute allora in voga in Germania per opera dello scienziato Tschirnhausen, cominciava ad imporsi e a sostituire gli specchi, sia pure per semplici ragioni di comodità. Uno dei primi sistemi ottici del genere fu eseguito in Francia e dedicato a Louvois, ministro di Luigi XIV; essa misurava 33 pollici di diametro con un raggio di curvatura di 7 piedi (2,25 m). Un altro, fabbricato per il Reggente (uguale diametro, raggio di curvatura 12 piedi), fu collocata nel 1702 al Palais Royal e permise a Homberg, medico del Reggente, di fondere l'oro e l'argento. Dal suo canto, Geoffroy applicò il *vetro di Louvois* alla fusione del ferro e di varie *calci* (ossidi) metalliche (1709).

Lavoisier rinnovò la tecnica di queste lenti giganti: egli le costruì vuote, mediante calotte sferiche accoppiate come vetri da orologio, riempiendo lo spazio intermedio con *spirito di vino* (alcool etilico) che ha un indice di rifrazione superiore a quello dell'acqua. Il diametro della lente ch'egli mise in opera (1772) raggiungeva i 4 piedi (1,30 m); lo spessore dei vetri era appena di 8 linee (1,8 cm). A questa lente vuota, Lavoisier aggiunse una seconda lente piena, e montò l'intero dispositivo su un carrello orientabile, vero e proprio eliostato manovrato a mano, che consentiva di concentrare il fascio d'energia sul crogiolo *verticale*, necessario per le esperienze in progetto.

Il forno solare di Meudon

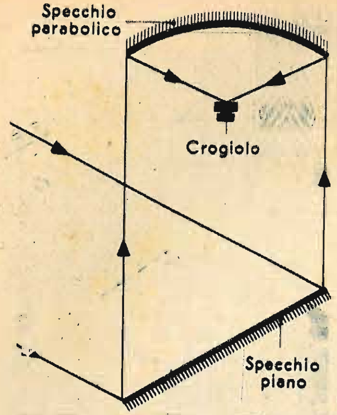
Benchè fosse difficilissimo usare la posizione verticale con il dispositivo a lente, Lavoisier raggiunse i 700° C nel suo crogiolo solare.

A Meudon, ottenendo nel forno solare la fusione degli ossidi più refrattari: torina (3 600° C), zircone (2 680° C), magnesia (2 800° C), ossido di berillio (2 570° C), calce (2 580° C), allumina (2 050° C) e tutti gli ossidi delle terre rare, vaporizzando la grafite (3 700° C), il Trombe e i suoi collaboratori hanno sorpassato di molto le temperature raggiunte da Lavoisier. Anch'essi hanno incontrato alcune difficoltà dipendenti dalla posizione verticale, ma sono riusciti in seguito ad ottenere la verticalità del minuscolo crogiolo mediante un ingegnoso rovesciamento del fuoco ottico del proiettore, valendosi di un piccolo specchio piano disposto anteriormente (25 cm) al fuoco parabolico. Questo particolare, sebbene teoricamente semplice, è costato pazienti sforzi: troppo vicino al fuoco ottico reale, lo specchio ausiliario di vetro tendeva a fondersi o scoppiava. D'altronde, in ossequio alle leggi della dispersione, occorreva presentare direttamente al Sole la superficie riflettente metallica, per poter dare un maggior spessore alla lastra di sostegno. Quando si tratta di concentrare su meno di 1 cmq un flusso solare convogliato da un'apertura di 1 m di raggio (quella del proiettore) il montaggio non può eseguirsi senza la ricerca di materiali specialissimi; poichè l'argento fondeva, si è dovuto ricorrere all'*alluminatura*, mediante vaporizzazione termica, di un vetro temperato appositamente prodotto dalla Saint Gobain.

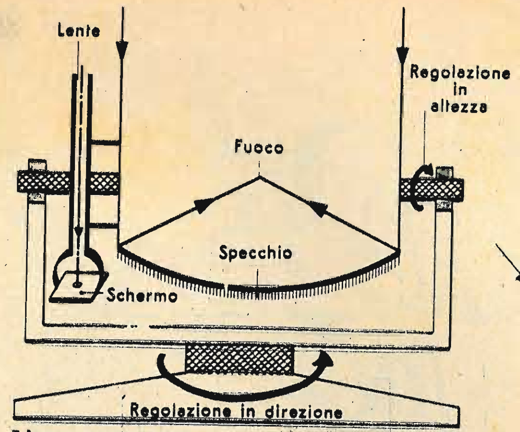
Questa prima fase sperimentale metteva teoricamente a disposizione del laboratorio le più alte temperature che si possono raggiungere concentrando l'irraggiamento solare.

La fisica nucleare calcola che la temperatura centrale del Sole sia dell'ordine di 15 milioni di gradi C. Le radiazioni provenienti dall'interno vengono progressivamente assorbite fino alla superficie dell'astro, che ci appare come un disco a temperatura di 6 290° K (la temperatura assoluta K è la temperatura centesimale aumentata di 273°). L'energia irradiata dal disco solare si avvicina molto, per la ripartizione nello spettro, all'irraggiamento del cosiddetto *corpo nero* (1) teo-

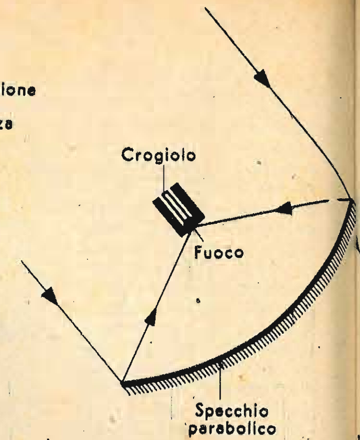
(1) Il *corpo nero* è un corpo che, per definizione, assorbe integralmente tutte le radiazioni luminose. Quelle che esso emette coprono uno spettro continuo, con un massimo di intensità per una lunghezza d'onda tanto più corta quanto più elevata è la sua temperatura.



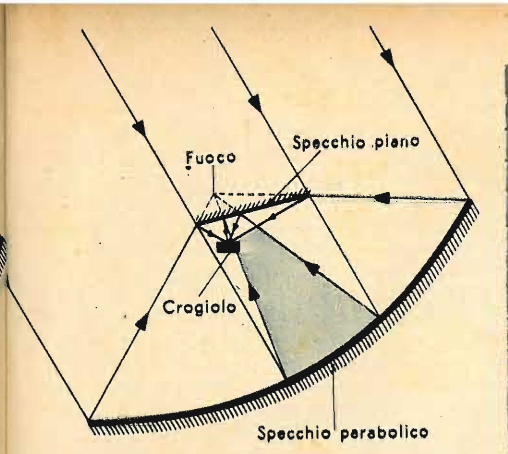
Montaggio di Cohn. Uno specchio piano rinvia verticalmente i raggi su uno specchio parabolico che li concentra.



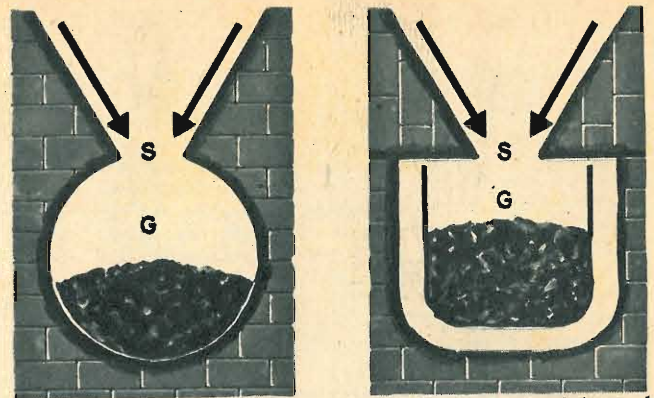
L'asse ottico dello specchio parabolico di Meudon è costantemente orientato verso il Sole: basta perciò mantenere sempre al centro dello schermo l'immagine data dalla lente ausiliare.



Si riesce ad ottenere il massim di energia quando la sostanza d trattare si trova esattamente fuoco dello specchio parabolic

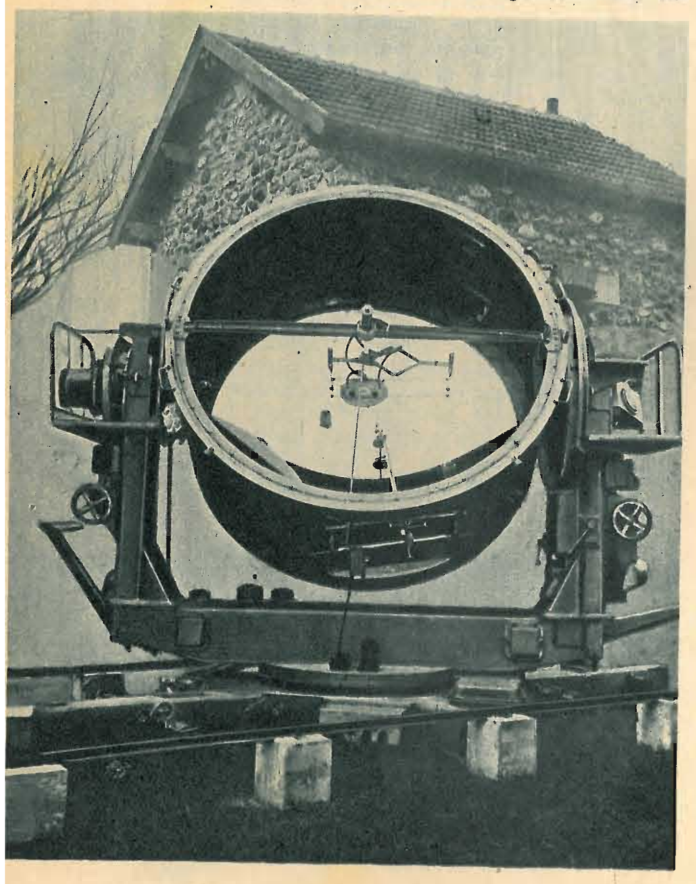


'interposizione di uno specchio piano con inclinazione adatta permette di usare un crogiolo rizzontale. Parte dell'irradiazione viene così inrcettata, ma la temperatura diminuisce di poco.



Due diversi principi di forni solari industriali. A sinistra, la cavità C, isolata termicamente dalla massa refrattaria del forno, riceve direttamente la sostanza; a destra C contiene un crogiolo studiato per il trattamento alle altissime temperature.

rico a 6 200° K. In particolare, il massimo di emissione energetica del Sole corrisponde, in rapporto alla lunghezza d'onda, col massimo di emissione energetica del corpo nero, cioè con la radiazione verde dello spettro (lunghezza d'onda 0,47 micron). Se, mediante un dispositivo ottico perfetto, si potesse concentrare l'energia di questa radiazione su un corpo nero, quest'ultimo raggiungerebbe una temperatura di equilibrio tale che



Con questo proiettore contraereo a specchio parabolico di 2 m di diametro adattato a forno solare da Trombe e dai suoi collaboratori a Meudon, si possono teoricamente raggiungere anche i 5300° K.

l'energia emessa sarebbe uguale a quella ricevuta. L'energia emessa sarebbe d'altronde rinviata dal sistema ottico verso il Sole, sicchè l'equilibrio verrebbe raggiunto quando la temperatura del corpo nero diventasse uguale a quella del disco solare; queste due superfici si comportano infatti simmetricamente come l'oggetto e l'immagine rispetto al sistema ottico. Ne segue che la massima temperatura teoricamente raggiungibile nel forno solare sarebbe di 6 200° K.

Ma ciò richiederebbe che la concentrazione dell'irraggiamento avvenisse integralmente, mentre in pratica molte perdite sono invece inevitabili. Bisognerebbe che l'atmosfera terrestre non assorbisse alcuna parte della radiazione; che lo specchio parabolico avesse un potere riflettente del 100%; che la sostanza ricevente posta nel fuoco del sistema fosse perfettamente isolata per evitare qualsiasi perdita dovuta a conduzione. Soltanto allora si potrebbe parlare di un vero *equilibrio reversibile* fra l'irraggiamento e quello della sostanza riscaldata.

Tenuto conto di tutti i coefficienti effettivi di perdita (25% per l'assorbimento atmosferico, 15 e 10% per la riflessione e la dispersione del sistema ottico), per i nostri fisici come per tutti i loro emuli rimane disponibile solo il 50% dell'energia effettivamente irradiata dal Sole; ma si trattava, compito non facile, di riuscire a concentrarla. La concentrazione è misurata dal rapporto fra la superficie ricevente (apertura del proiettore) e la superficie dell'immagine solare ottenuta nel fuoco ottico del sistema; nel caso nostro, *4 500 W per centimetro quadrato.*

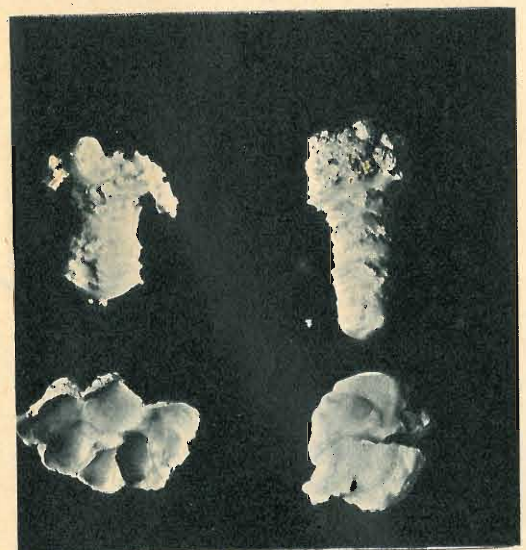
La temperatura corrispondente del corpo nero teorico sarebbe, in quelle condizioni, di 5 300° K. Poichè nell'arco elettrico una parte dell'energia emessa dal centro del cosiddetto *cratere* viene assorbita dalla fiamma dell'arco, la cui temperatura non supera i 5 000° K, risulta così dimostrata la superiorità dell'irraggiamento solare su qualsiasi altra sorgente di alte temperature. Questo calore, libero da ogni sostegno materiale, costituisce inoltre la sorgente *più pura* a disposizione del fisico, del chimico e, quindi, dell'industriale.

Il problema industriale

Ma se si vuole ottenere energia industriale o, come dicevano Sadi Carnot, Maxwell, Gibbs e Le Châtelier, *energia utilizzabile*, occorre abbandonare la corsa alle alte temperature per considerare invece la captazione di calorie solari in quantità ingente; soltanto così riusciremo ad avere a disposizione potenza motrice; e qui Archimede riprende vantaggio su Cartesio, giacchè la rigida ottica geometrica non è di alcuna utilità nella *centrale termica ad energia solare.*

Comunque, i forni di questa centrale prenderanno sempre come prototipo ideale il *corpo nero* della fisica; cioè, in lingua povera, funzioneranno in modo analogo ai forni da panificazione che, dopo essere stati riscaldati (periodo di assorbimento), servono a cuocere il pane che è esposto, come sostanza assorbente, al loro irraggiamento interno. Naturalmente, i forni solari lavoreranno a ciclo continuo nè più nè meno dei forni industriali scaldati a gas o elettricamente, e avranno tuttavia la particolarità di essere riscaldati dalla bocca, ove convergeranno tutti i fasci dei singoli specchi piani costituenti il dispositivo ottico secondo la tecnica usata da Archimede.

In questo focolare industriale non verrà dunque a formarsi un'immagine geometrica del Sole; affinchè i vari fasci convergenti sulla bocca del forno possano penetrarvi, questa sarà più larga di quel che richiederebbe il rapporto fra la superficie ricevente e quella dell'immagine solare, già definito nel caso del crogiolo a temperatura massima di Meudon. Su 1 cmq, il crogiolo condensa



Materiali refrattari fusi nel forno solare con rifornimento continuo del crogiolo. Essi sono: la torina (punto di fusione 3 000° C), l'allumina (2050° C), l'ossido di berillio (2 570°) e lo zircone (2 680° C).



Nella cavità centrale di questa bacchetta di grafite, la temperatura ha raggiunto i 3 500° K, oltre i quali il carbonio sublima rapidamente. Qui la grafite si è condensata alla periferia della bacchetta.

3 kW di potenza solare ricevuta sui 4 mq del proiettore; ciò che fornisce calorie a 4000° C, direttamente assorbite dalla sostanza in esperimento. Alla bocca del forno industriale, rinunciando ad ogni pretesa di precisione geometrica (d'altronde irraggiungibile anche col più preciso apparecchio ottico), il rapporto delle superfici sarà senza confronto minore di quello che si verifica nel fuoco di un proiettore contraereo. La temperatura raggiunta nel focolare industriale sarà dunque assai inferiore a quella che regnerebbe nel fuoco del sistema ottico, matematicamente determinato. Ma il forno avrà in compenso il vantaggio di assorbire un'enorme quantità di calorie, d'altronde proporzionale alla superficie del campo di sfruttamento della potenza solare.

Ora, se si adotta la tecnica degli specchi piani disposti sull'area di isolazione, questa potenza non ha teoricamente alcun limite; si possono cioè immaginare ettari di specchi destinati a convogliare migliaia di kW nei forni, che in definitiva staranno al radiatore perfetto della fisica come le macchine a vapore industriali stanno alla macchina ideale di Carnot.

Come sarà la centrale solare?

In attesa che i brevetti siano pubblicati, dobbiamo accontentarci di immaginare quale sarà la tecnica di questo sfruttamento di cui abbiamo già esposto il principio.

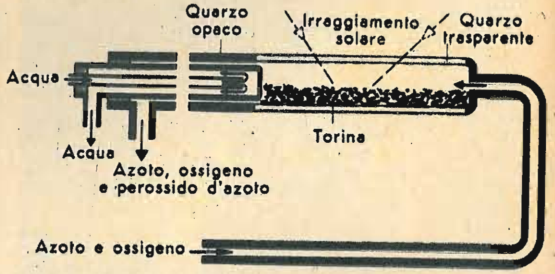
Si può valutare in ragione di 250 000 calorie l'anno, per cmq di suolo preso all'equatore, l'energia irradiata dal Sole, sul globo terrestre. Teoricamente sufficiente per fondere uno strato di ghiaccio di 30 m di spessore o per vaporizzare uno strato di 4 m di acqua, quest'energia equivale alla combustione di uno spessore di carbon fossile di 25 cm, di pari superficie. Si può calcolare che il kWh delle centrali termiche costi dagli 800 a 400 grammi di carbone all'incirca. Tenuto conto di tutte le correzioni di latitudine e di nebulosità che si vogliano invocare, il Sahara riceve comunque una quantità di calore sufficiente a farsi perdonare di essere... deserto.

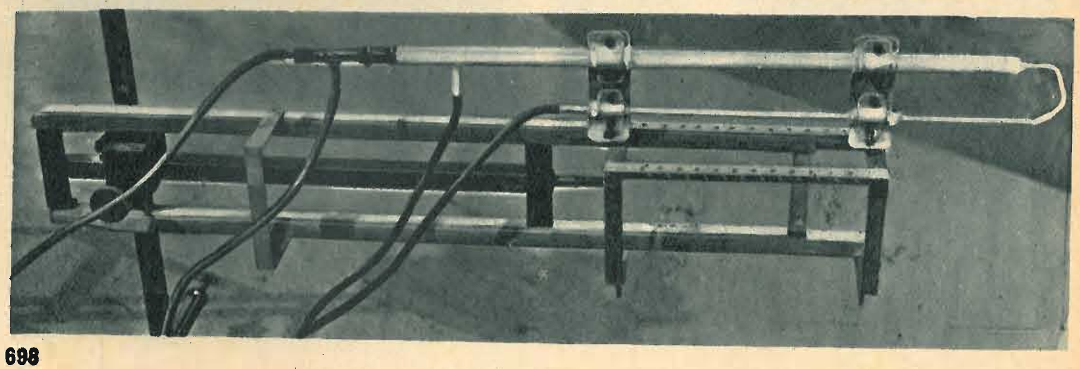
Supponiamo ora l'impianto sistemato dietro i monti Atlante, ottimo riparo contro le nebbie marine della costa. Specchi elementari di 2 metri di larghezza e 3 di lunghezza sono disposti su telai obliqui automaticamente orientati verso il Sole (mediante un semplicissimo dispositivo elettromeccanico). L'orientamento di ogni specchio è tale che tutti i fasci riflessi convergano su una volta pseudoparabolica sopraelevata su piloni nel lato nord dell'impianto. Il pseudoparaboloide, ricoperto di piccoli specchi piani esattamente combacianti, riflette l'intero flusso solare sulla bocca del forno, anch'esso costruito su un pilone coincidente con l'asse focale del riflettore a volta. La bocca del forno è situata all'altezza del pseudofuoco parabolico; questo non è più un punto geometrico, ma raccoglie il flusso dell'irraggiamento secondo il rapporto di concentrazione previsto nell'impianto.

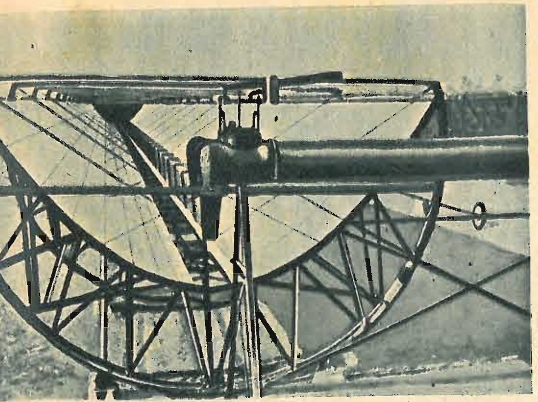
È ancora troppo presto per valutare la potenza ricavabile da una siffatta centrale, tanto più che le cifre proposte al riguardo sono dichiarate avventate dai nostri studiosi, e non ci sentiamo di avventare a nostra volta previsioni; ma è comunque facile immaginare che qualche decina di migliaia di metri quadrati di terreno così equipaggiati potranno produrre, come già dicemmo, migliaia di kW.

L'altezza del parabolide ricoprente il forno dipenderà evidentemente dall'area d'insolazione adoperata: un'altezza di 60 m basterebbe a focalizzare 1 ha di specchi. La centrale solare potrà lavorare otto ore il giorno nell'Africa del Nord.

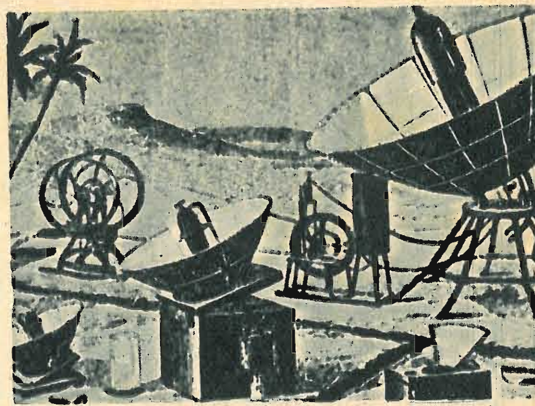
DISPOSITIVO DI PRODUZIONE DI ACIDO NITRICO. Un tubo di silice di 15 mm di diametro contiene nella sua estremità trasparente la torina granulata portata a 2 500 ÷ 3 000° C dall'irraggiamento solare. I gas (miscuglio di ossigeno e di azoto) passano sulla torina, dove si forma perossido di azoto, e vengono raffreddati di colpo al contatto di un tubo a circolazione d'acqua per limitare le reazioni inverse durante il raffreddamento. Il rendimento di questo impianto sperimentale è ancora basso (intorno a 1 grammo di acido nitrico l'ora) ma pare possa essere di gran lunga migliorato.







Gli specchi parabolici dell'impianto di Meadi (Cairo), muovono una macchina a vapore da 100 cavalli.



Nel 1881, A. Mouchot, insegnante a Tours, fece brevettare l'eliopompa per captare l'energia solare.

L'esercizio industriale

Quali saranno le industrie così alimentate? Possiamo prevederle assai varie; dalla siderurgia alla cottura del cemento.

Una delle più interessanti sarà la sintesi dei prodotti nitrici partendo dall'azoto atmosferico. Félix Trombe e i suoi collaboratori hanno attentamente studiato la sintesi in fase gassosa del perossido d'azoto, destinato alla produzione dell'acido nitrico; essi ne hanno sperimentato la fabbricazione a ciclo continuo: l'azoto e l'ossigeno si combinano nell'interno di un tubo di quarzo opaco, trasparente soltanto nella parte esposta ai raggi solari, e contenente internamente torina granulata (allo scopo di accrescere la superficie reagente); si formano così i vapori nitrosi, che incontrano poi, nella sezione opaca del tubo, una parete raffreddata mediante circolazione d'acqua per limitare la reazione inversa (dissociazione dei vapori nitrosi). Il perossido di azoto viene assorbito da appositi apparecchi di lavaggio (soluzione solforica di solfato ferroso).

Una siffatta fabbricazione potrebbe essere prossimamente avviata e influire sensibilmente sulla produzione dei concimi azotati. Se si pensa che la stessa sintesi richiede con l'arco voltaico 1 kWh per 50÷80 g di acido nitrico, non v'è dubbio che la fabbricazione con i forni solari sarebbe infinitamente più conveniente.

Alla fusione industriale degli ossidi refrattari, per la costruzione di forni o loro accessori (crogioli, tubi), verrebbero destinati impianti speciali.

La centrale elettrica solare

Veniamo ora alla trasformazione dell'energia solare in energia motrice. I forni Trombe permettono sicuramente di attuarla con rendimento assai superiore a quelli ottenuti finora mediante le cosiddette *macchine a vapore solare*, la cui progenitrice fu la macchina a riflettore conico inventata dal prof. Mouchot, insegnante al liceo di Tours; all'Esposizione Internazionale di Parigi nel 1878 questa *eliopompa* da 1 cav ebbe il suo momento di celebrità.

Più tardi fu costruita a Meadi, sobborgo del Cairo, una macchina a vapore solare di un centinaio di cavalli, che è tuttora in servizio. Le caldaie tubolari a sezione rettangolare sono disposte lungo l'asse (orizzontale) di riflettori pseudoparabolici costituiti da lunghi cilindri (60 m) che oscillano in modo da seguire il corso del Sole.

Anche qui i riflettori sono soltanto pseudoparabolici, e le loro generatrici limitano in realtà lunghe superfici piane. La pressione del vapore così ottenuta supera di poco le 3 atmosfere; l'acqua del Nilo, pompata dalla macchina, non è d'altronde un refrigerante molto efficace per il condensatore.

È fuori dubbio che il rendimento di una centrale solare potrebbe essere attualmente di gran lunga migliorato, così da far diventare redditizio un gran numero d'impianti. In realtà le calorie cosiddette *gratuite* del Sole sono certamente costose giacchè richiedono capitali considerevoli per gl'impianti di captazione e le aree da essi occupate e, a parità di potenza sviluppata, questi fattori sono tanto più gravosi quanto più basso è il rendimento del processo. Migliorando l'ottica degli apparecchi di concentrazione della luce, si accrescerebbe la temperatura della sorgente calda, e quindi il rendimento teorico.

Infine, potrebbero essere ideate apposite macchine termiche di nuovo tipo; ad esempio il rendimento di un motore ad aria calda funzionante a 400° C sarebbe assai più alto; e sarebbe facile ottenere il flusso di quest'aria calda, anche di forte portata, trasmettendo semplicemente il calore dei forni di 1 500° C o 1 800° C ad appositi serpentini riscaldanti.

Siffatti motori ad aria calda, studiati per altri scopi, permetterebbero di ottenere fin d'ora rendimenti termodinamici del 30%, quindi superiori a quello del motore a benzina, che si aggira sul 25%.

Potrebbero allora venire erette nel deserto vere centrali elettriche, destinate a creare nuove oasi sollevando l'acqua esistente in abbondanti falde sotterranee lungo il corso degli antichi fiumi preistorici. Ben inteso, non bisognerebbe eccedere fino al punto di rannuvolare il cielo...; ma non siamo davvero prossimi a giungere a tanto. ● —

RICERCA DEL PETROLIO in giacimenti sottomarini

Gli Stati Uniti d'America non hanno ormai più grandi speranze di riuscire a ricavare dal proprio sottosuolo tutto l'o r o n e r o occorrente agli accresciuti bisogni; ma il mare, prima inesplorato campo di ricerca, ha già offerto alla loro tecnica risultati promettenti.

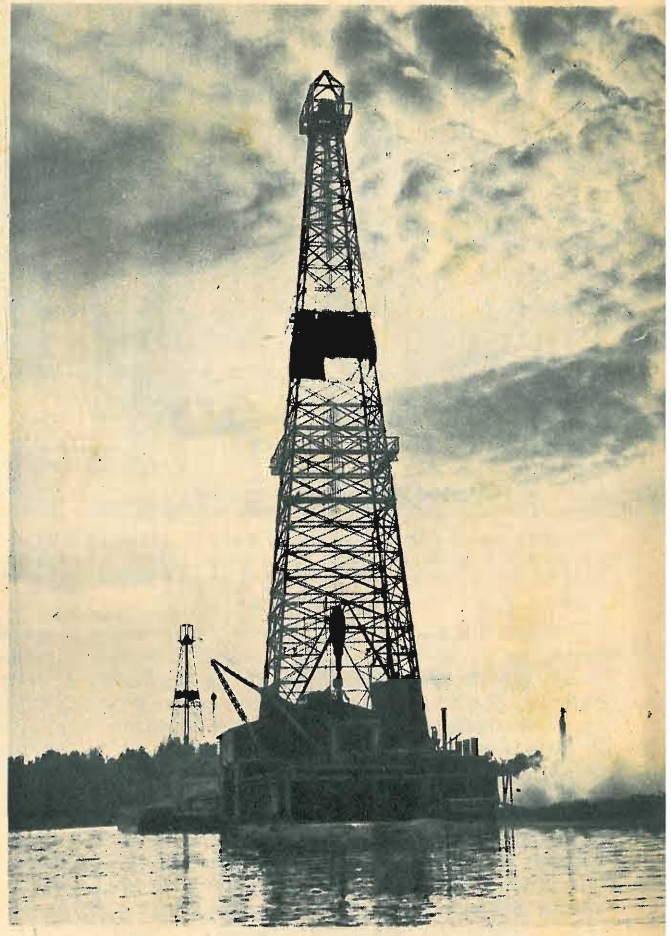
NESSUNO potrà forse mai attingere alle incalcolabili ricchezze che l'Oceano cela nelle sue immense profondità. Ma è già in atto lo sfruttamento di quelle delle profondità minori, che non superano, cioè, i duecento metri. È noto che, salvo rare eccezioni, la piattaforma costiera dei continenti, che l'acqua copre e scopre secondo il ritmo delle maree, si prolunga con lieve pendio ad una certa distanza dalle coste. Appunto ai margini di questi altipiani sottomarini, al largo delle coste della California, della Luisiana e del Texas, sono state iniziate negli Stati Uniti le ricerche del petrolio.

Si sapeva da tempo che nel suolo sottomarino esistono giacimenti petroliferi. Il fatto era già stato accertato fin dal 1894 in California, tanto che con una zattera galleggiante su acque poco profonde era stato possibile trivellare un pozzo. Siffatti sondaggi sottomarini vennero poi agevolati quando, nel 1927, si scoperse che la trivella poteva, durante la perforazione, deviare in misura considerevole, in modo che una trivellazione, iniziata in terraferma o in prossimità di questa, poteva facilmente procedere obliquamente e raggiungere così un giacimento di petrolio situato a notevole distanza dalla costa.

Le ricerche californiane

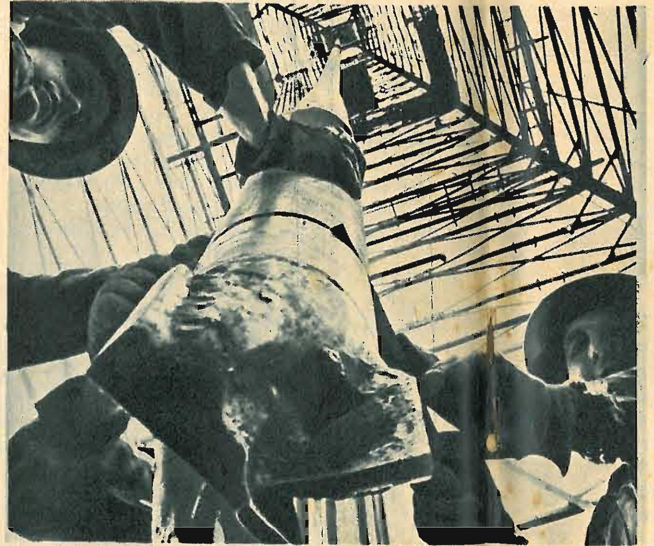
Tuttavia, solo intorno al 1935, si riuscì a controllare con precisione la deviazione della trivella, poi a dirigere con esattezza assoluta le perforazioni. Questa tecnica venne perfezionata in California, dove dà ottimi risultati; quattro giacimenti hanno prodotto infatti, dall'inizio dei lavori fino al 1° gennaio 1949, 152 milioni di barili (in più di un'ingente quantità di gas naturali). Rammentiamo, per meglio valutare l'importanza dell'impresa, che l'Iran, durante il 1944, ha prodotto 30 milioni di barili.

Ciò nonostante, sembra che la costa del Pacifico non sia la più favorevole a questo genere di ricerche, poichè a poca distanza dal litorale l'Oceano raggiunge già grandi profondità; l'Atlantico, e particolarmente il golfo del Messico, appaiono invece più propizi: undici giacimenti sono stati altresì scoperti al largo della Luisiana e tre lungo il Texas. Ma siamo soltanto agli inizi, in quanto si calcolano a milioni di ettari le terre sommerse che le Società prendono in affitto dagli Stati costieri per somme enormi (nella Luisiana, ad esempio, 26 milioni di dollari in quattro anni), per l'acquisto dei diritti di ricerca petrolifera.

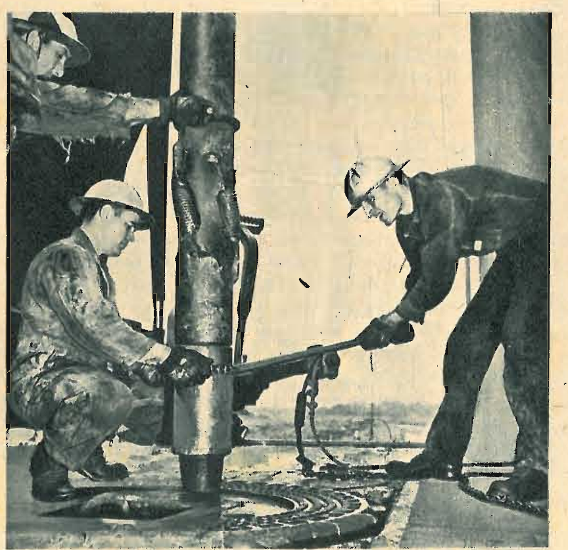




Per maneggiare da una piattaforma sopraelevata, l'estremità libera di un tubo di 40 m, questo operaio fa come uno scalatore.



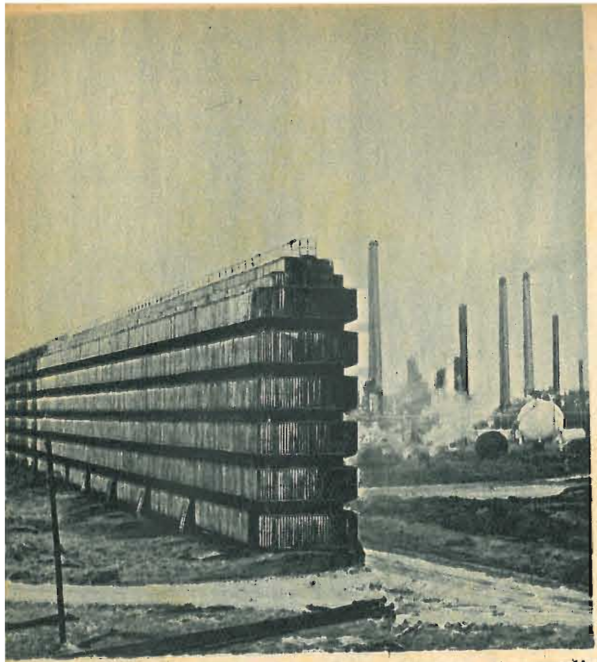
Derrick d'un pozzo di petrolio, visto dall'interno, nel momento in cui sta per scendere la trivella fissata all'estremità del tubo.



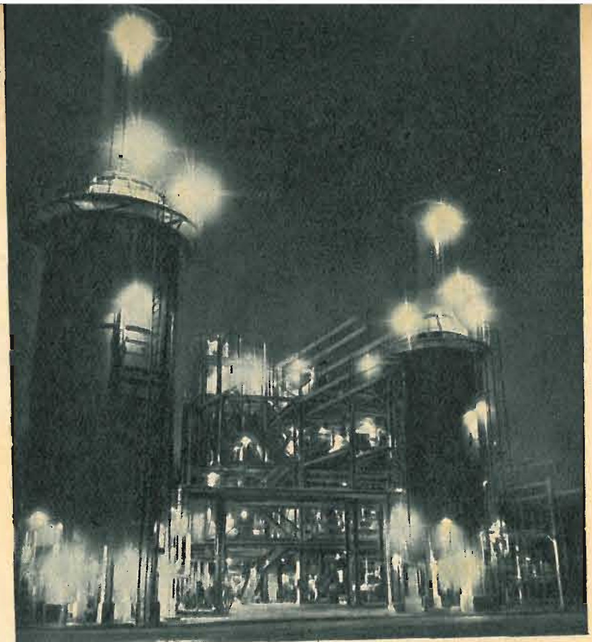
Sul ripiano del derrick, presso l'orificio del pozzo, gli specialisti preparano l'apparecchio di trivellazione.



Man mano che la trivellazione procede gli spezzoni di tubi vengon calati un dopo l'altro.



Gli stabilimenti dove viene raffinato il petrolio proveniente dalla Luisiana. In primo piano, un gigantesco e caratteristico refrigerante d'acqua.



Il petrolio affluisce senza posa; le raffinerie delle vicinanze (vediamo qui quella di Houston, nello Stato del Texas) lavorano perciò giorno e notte.

Diremo, di sfuggita, che non è davvero ben certo che gli Stati possano conservare indefinitamente questa fonte di entrate, giacchè il governo federale, che assume a suo oneroso carico finanziario la difesa costiera, sostiene che le acque e il rispettivo sottosuolo gli appartengano. La controversia non è stata ancora risolta nè lo sarà tra breve; si può ritenere per sicuro che entrambe le parti faranno del proprio meglio per vincere la grande posta contesa. Ne vale infatti la pena, quando si considera che il canone versato di solito dalle compagnie petrolifere allo Stato è un ottavo del valore del petrolio e dei gas estratti; ora, si stima che lungo il litorale della Luisiana e del Texas i giacimenti debbano celare da 4 a 10 miliardi di barili. A titolo di altro confronto, e per orientamento su quello che può rappresentare per l'economia statunitense l'oro nero marino, diremo che la produzione greggia è stata nel 1948, per l'intero territorio della Confederazione, poco più di 2 miliardi di barili, e che le riserve note del sottosuolo degli Stati Uniti non superano, si crede, i 24 miliardi di barili.

Le trivellazioni

Di regola, i lavori di perforazione sono poco agevoli. Tutto è complesso in questi sondaggi sottomarini dove alle consuete difficoltà tecniche si aggiungono di continuo i capricci dell'Oceano con i cicloni, le nebbie e le tempeste. Di solito i *derrick* (torri di manovra) e il materiale di trivellazione sono istallati sopra uno zatterone, fiancheggiato da un barcone, con solido ancoraggio, che fa insieme da magazzino, da officina e da alloggio. Ciascuno di questi gruppi è in grado, mediante trivellazioni di orientamento preordinato, di esplorare un intero settore; in questo modo, quantunque i pozzi abbiano origine nello stesso luogo, i punti terminali sono assai distanti fra loro.

Attualmente, si lavora con relativa facilità a 20 metri sott'acqua e si spera di poter presto superare i 30 metri. Per impedire al mare di penetrare nei pozzi, col procedere dello scavo si ricorre ad un sistema abbastanza semplice: un tubo di largo diametro (50 cm o anche più) scende dalla zattera fino al fondo del mare, poi viene affondato, per una trentina di metri almeno, nel suolo sottomarino. Così, siccome una delle estremità sorpassa lo zatterone, e l'altra si immerge per un buon tratto sotto il fondo marino, l'acqua del mare non ostacola le operazioni, benchè il tubo sia pieno d'acqua.

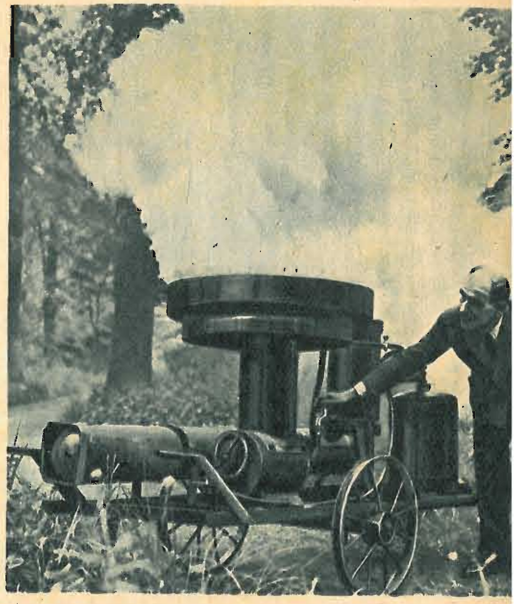
Si fa passare allora l'apparecchio perforatore propriamente detto nel tubo pieno d'acqua. Man mano che la trivella scava il suolo, s'invia nel tubo, sotto pressione, uno speciale fango argilloso destinato a facilitare la presa della trivella e a portare alla superficie il materiale di scavo, al quale esso si mescola. L'acqua del mare, che inizialmente si trovava nel tubo, segue la stessa strada dei detriti e in breve viene eliminata.

Il buon successo, quando corona gli sforzi dei ricercatori, si accompagna tuttavia a non poche complicazioni. Infatti, giorno e notte, fra le tempeste e le nebbie, occorre senza sosta raccogliere il petrolio e trasportarlo alla costa. Intere flottiglie di imbarcazioni di ogni specie assolvono questa parte del programma.

Benchè, finora, soltanto gli impianti californiani, sorti da molto tempo, abbiano raggiunto uno stadio di sfruttamento rimunerativo, sembra che il Texas e soprattutto la Luisiana siano destinati ad ottenere i risultati migliori. La Luisiana è in gran parte costituita da terreni alluvionali provenienti dal Mississippi; essa è in certo modo, paragonabile ai Paesi-Bassi. Paludosa come questa, possiede anch'essa il suo Zuiderzee e innumerevoli corsi d'acqua la solcano per ogni verso. In questa regione l'esplorazione è ora più attiva che non altrove e dà il maggior affidamento di riuscita.

Invenzioni pratiche

Nebbia artificiale contro il gelo.



Nelle chiare notti primaverili, la superficie del suolo perde molto calore per irraggiamento, sicchè la temperatura dell'aria che circonda i vegetali può scendere sotto lo zero. Per combattere le gelate dovute a questa causa, si usano da tempo schermi di fumo. Un inventore siriano ha ora studiato un apparecchio capace di coprire di fumo ben cinque ettari; esso libera in grande quantità tetracloruro di titanio che, al contatto dell'aria, si trasforma in ossicloruro e ossido di titanio, sotto forma di fumi bianchi. L'ammoniaca che si forma in pari tempo neutralizza l'acidità e produce inoltre anch'esso, un fumo bianco di cloruro d'ammonio.



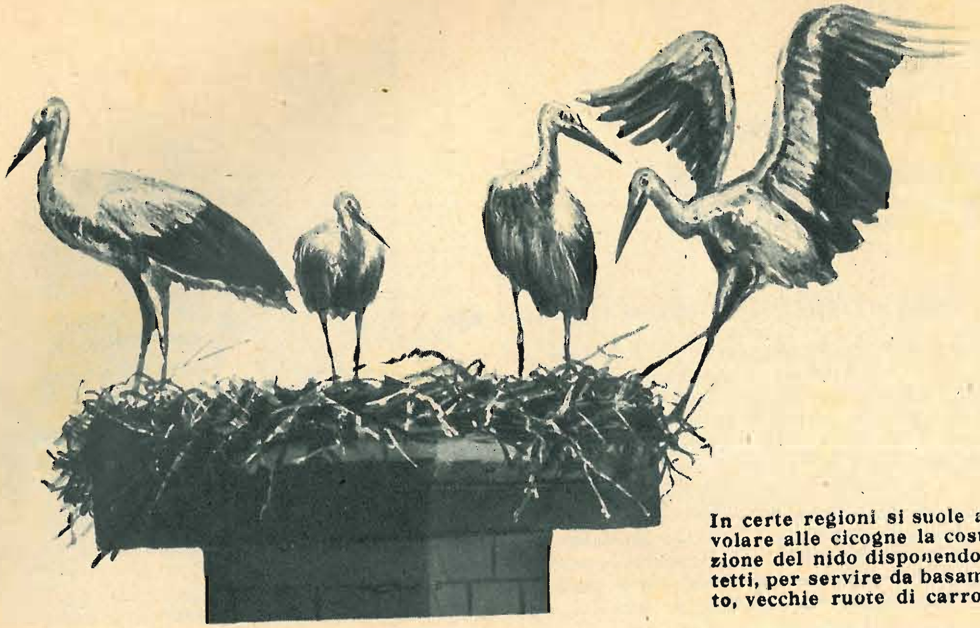
Un radio ricevitore in un cappello.

Questo radiocappello è stato testè posto in vendita in America al prezzo di un comune cappello di feltro e del peso di 350 grammi. Esso è sormontato da un telaio orientabile, che fa insieme da collettore di onde e da avvolgimento di sintonia, da due valvole di tipo minimo e da una manopola di sintonia posta anteriormente; sotto la falda di sinistra è fissato un ascoltatore che aderisce all'orecchio. L'alimentazione è assicurata da due batterie, una da 22,5 V per l'alta tensione e una da 1,5 V per l'accensione dei filamenti delle valvole. Le batterie pesano 240 g, si portano agevolmente in tasca e sono collegate al cappello da un cavetto a 3 conduttori, lungo 90 cm. Le valvole sono un pentodo e una amplificatrice a bassa frequenza. Il « radiocappello », ricevitore portatile che lascia libere le mani, consente la ricezione delle trasmissioni locali con ottima selettività.

7000 tonnellate d'aria l'ora.



Nella futura galleria stradale Brooklyn-Battery, sotto l'East River, 27 ventilatori soffianti e 20 ventilatori aspiranti, simili a quello rappresentato in figura, assicureranno il passaggio di 120 000 mc d'aria il minuto, cioè oltre 7000 t l'ora, sicchè l'aria verrà rinnovata 40 volte l'ora. È noto che la penisola di Manhattan, limitata da un lato dall'Hudson, dall'altro dall'East River, è collegata al rimanente agglomerato di Nuova York mediante una serie di ponti e di gallerie fra le più importanti del genere. Ma l'aumento continuo del traffico ha consigliato la costruzione di una nuova comunicazione stradale sotterranea che partendo da Brooklyn sboccherà presso l'estremo meridionale di Manhattan, sotto il Battery Park. Lunga 3 383 m, consta di due gallerie tubolari parallele di 10 m di diametro, illuminate con tubi luminescenti.



In certe regioni si suole agevolare alle cicogne la costruzione del nido disponendo sui tetti, per servire da basamento, vecchie ruote di carrozze.

LE CICOGNE
e l'enigma delle loro migrazioni

Il dott. Georges Bouet riassume in questo articolo quindici anni di sistematiche ricerche da lui compiute sul comportamento e le migrazioni delle cicogne dell'Africa settentrionale, con risultati che costituiscono un cospicuo contributo alla soluzione del problema.



LA CICOGNA bianca (*Ciconia ciconia ciconia L.*) è un trampoliere della famiglia dei ciconidi. Nidifica di solito sui tetti di paglia, sui comignoli, ma anche sugli alberi (provvisti o meno di sostegni artificiali per il nido) o, soprattutto in Olanda, su pali di legno o di ferro. Quest'uccello, considerato sacro in alcuni Paesi, propone alla scienza un vero enigma: quello delle sue migrazioni.

Per studiare questo fenomeno, già da oltre trent'anni i popoli nordici applicano sistematicamente appositi anelli ai giovani delle nidiate; e prima della guerra esistevano infatti in Germania due importantissime stazioni: una sull'isolotto di Helgoland, l'altra a Rossiten, nella Prussia orientale, dove ogni anno venivano contrassegnati a questo modo numerose cicogne ed altri uccelli migratori. L'esempio tedesco venne poi seguito dalla Polonia, dalla Danimarca, dall'Olanda.

Dall'inizio di questa pratica vennero restituiti alle stazioni di Rossiten e di Heligoland molti anelli che appartenevano ad uccelli uccisi o trovati morti nel continente africano.

In seguito, altre località di cattura, e quindi di riferimento, furono segnalate nell'Europa meridionale, in Turchia, nell'Asia Minore, in Siria, nel Libano e in Egitto, e così si è potuto stabilire un tracciato, corrispondente ai punti di cattura, che termina alla Colonia del Capo, dove è stato ricuperato il maggior numero di anelli. Negli anni successivi, questo numero è andato aumentando, talchè si può oggi accertare con sicurezza che la maggior parte delle cicogne dell'Europa settentrionale effettua ogni anno un viaggio di 10 000 km sino all'estremità meridionale dell'Africa.

Si era anche notato che lungo la via principale — la quale partendo dalla Polonia e dalla Germania Orientale, attraversi i Carpazi, la riva occidentale del Mar Nero, la Turchia, l'Asia Minore, il Libano, la Palestina, poi l'Egitto e la valle del Nilo — si ritrovava solo un numero limitatissimo di uccelli contrassegnati nella Germania occidentale, in Renania, in Olanda. Soltanto nei pressi del Kenia e dei grandi laghi africani (Alberto, Vittoria, Tanganica e Niassa) furono catturate cicogne di quella provenienza; il loro percorso doveva quindi essere diverso.

Altri ricuperi dimostrano che lungo la valle del Rodano esisteva una via seguita unicamente dalle cicogne renane e olandesi e, verosimilmente, anche da quelle alsaziane. Questo secondo percorso venne tosto individuato mediante ricuperi effettuati nei dipartimenti francesi dell'Hérault e dei Pirenei orientali, poi in Spagna e infine a Gibilterra. Alcune catture fatte in Algeria provarono poi che queste cicogne si fermavano, per lo meno transitavano durante la migrazione, nell'Africa del Nord. Si giunse persino a credere che le cicogne nordafricane provenissero dai paesi nordici, mentre si tratta in realtà di una popolazione autonoma.

Comunque, secondo il dott. Schüz del centro di Rossiten, gli uccelli che nidificavano ad occidente del Weser raggiungono l'Africa attraverso la Spagna, mentre quelli che nidificano ad oriente seguono la via del Mediterraneo orientale.

La cicogna in Europa

Nel 1934, il dott. Schüz, aveva proceduto ad un censimento delle cicogne bianche che popolano l'Europa, censimento che interessava la Germania, la Danimarca, l'Olanda, il distretto di Scania in Svezia, la Svizzera, l'Austria, la Cecoslovacchia, la Polonia, nonchè la provincia di Avila in Spagna. La cifra complessiva data dallo Schüz si aggira sulle 45 000 coppie; in Germania, furono censite 30 730 coppie con 64 722 piccoli da esse discendenti, di cui oltre la metà nella Prussia Orientale.

Questo numero varia secondo le annate; il 1928 segna un minimo, il 1935 un massimo. Notiamo che in Svizzera e in Alsazia il numero delle cicogne è in continua diminuzione. (In Italia la *Ciconia C. Ciconia* e la *Ciconia Nigra* sono piuttosto rare ma compaiono ogni anno durante il passo di primavera o di autunno.)

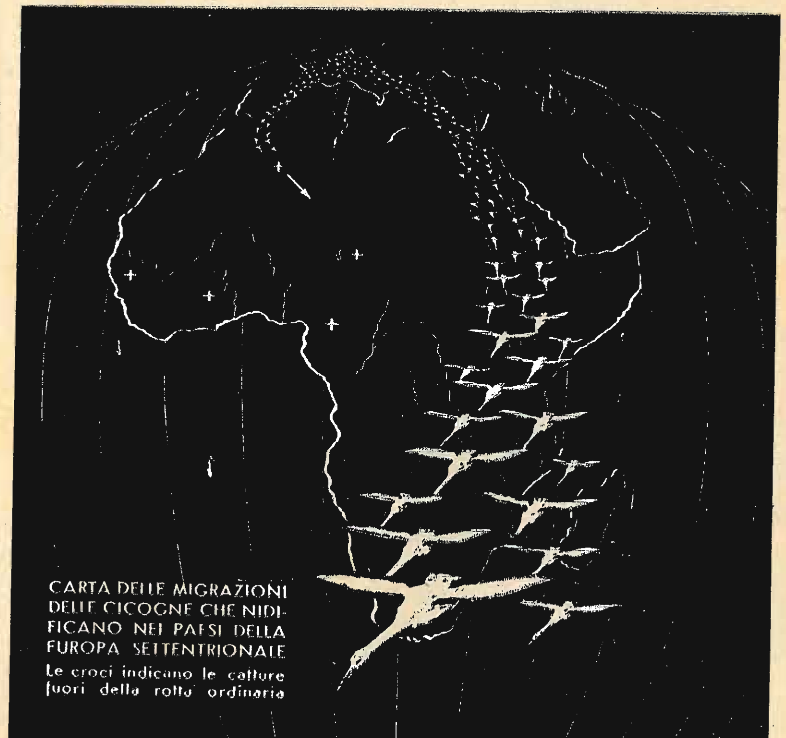
Il loro numero in un dato luogo è connesso a vari fattori e in modo particolare all'alimentazione; si è anche osservato che le possibilità di nidificare hanno una notevolissima influenza sulla distribuzione dei nidi. In Europa, queste condizioni dipendono in gran parte dall'uomo; così, nella Germania Orientale, dove la copertura in tegole è frequente quanto il tetto di paglia (preferito dalle cicogne), gli abitanti stessi sogliono agevolare la nidificazione mediante sostegni artificiali, usando ad es. vecchie ruote di carrozza.

Il progresso tecnico, la bonifica delle paludi, le canalizzazioni d'acqua, gli impianti di linee elettriche ad alta tensione, influiscono anch'essi sulle fluttuazioni del numero delle cicogne, mentre le condizioni atmosferiche intervengono con una importanza decisiva, e infatti si notano rilevanti differenze nel numero dei cicognini allevati, secondo che l'andamento stagionale è più o meno favorevole nell'epoca della nidificazione.

Là dove la cicogna è comune, il problema dell'alimentazione offre un interesse particolare, e a questo proposito il centro di Rossiten, analizzando il contenuto dello stomaco, ha posta in luce l'importanza di quest'uccello quale distruttore di sorci, di topi campagnoli e anche d'insetti di ogni specie. Sono state contate nello stomaco di una cicogna, dopo un solo pasto, settecento larve di tentredini (imenotteri con larve simili a bruchi); in quello di un'altra, ben settanta maggiolini.

Nidificazione e riproduzione

La nidificazione in Europa avviene poco dopo l'arrivo delle coppie. All'inizio d'aprile, le prime cicogne compaiono nella Prussia Orientale; i maschi precedono di alcuni giorni le femmine. Di solito viene adottato un vecchio nido, che pochi materiali, consistenti in ramoscelli secchi, bastano a consolidare e rialzare leggermente: la deposizione delle uova (da tre a quattro, talvolta cinque) avviene alla fine d'aprile. La durata dell'incubazione è di trenta giorni e la giovane cicogna lascia il nido dopo nove settimane all'incirca, durante le quali alla vista dell'uomo si rannicchia nel fondo del nido e vi rimane immobile, talchè allora è resa più agevole l'applicazione del-



CARTA DELLE MIGRAZIONI DELLE CICOGNE CHE NIDIFICANO NEI PAESI DELLA EUROPA SETTENTRIONALE
Le croci indicano le catture fuori della rotta ordinaria

l'anello. Nella Prussia Orientale, la partenza verso l'Africa del Sud avviene intorno alla metà del mese di agosto.

Secondo le osservazioni condotte per molti anni, il 70% delle giovani cicogne inizia l'emigrazione parecchi giorni prima dei genitori. In quest'uccello, l'istinto della migrazione e la via da seguire sono dunque innati e non gli occorre alcuna guida per dirigersi con assoluta sicurezza.

Il nido ha una funzione importante nella vita domestica della cicogna. Quando scoppiano conflitti per un nido (anche se a pochi metri di distanza ne esista uno vuoto, che potrebbe accogliere la coppia in cerca d'alloggio) si ha spesso l'impressione che per il maschio la preoccupazione di difendere il nido prevalga perfino su quella di difendere la femmina; nè basta: gli assalitori padroni del campo di battaglia spesso non allevano neppure nidiate, certo perchè non hanno ancora raggiunta la maturità sessuale.

Anche l'età della riproduzione ha potuto essere stabilita con il sussidio degli anelli, ed infatti è ormai accertato che i piccoli di un anno non tornano dove sono stati contrassegnati l'anno precedente: rimangono nell'Africa del Sud e soprattutto nella regione dei grandi laghi africani. L'abbondanza alimentare che si ha per tutto l'anno nelle regioni equatoriali è certo la principale ragione di questo fatto; si può dire invero che ai tropici non vi sia interruzione nella vita animale. I rettili, i batraci, non hanno là, come in Europa, un periodo di vita rallentata o, se l'hanno, è brevissimo, sicchè quelle regioni ne abbondano in permanenza. Lo stesso si può dire per i piccoli vertebrati e per gl'insetti, le cui metamorfosi si susseguono in realtà quasi per tutto l'anno, ciò che ha notevole importanza per le cavallette migratrici con le quali si alimentano le cicogne nel Sud Africa. Tuttavia, fin dal secondo anno, i segni di maturità sessuale si manifestano e si accentuano, tanto che un certo numero di giovani individui risale verso l'Europa, ma non vi nidifica ancora. Gli uccelli di tre anni allevano per lo più una nidiata, ma il numero di questi nati è di solito inferiore a quello proveniente dalle vecchie coppie; la maturità completa è raggiunta a quattro anni. Si spiega così la presenza dei *bachelors*, ossia *celibi*, come gli Inglesi chiamano le cicogne che, giunte in Germania a primavera, si riuniscono in grandi stormi dormendo, senza nidificare sugli alberi. Si tratta quasi sempre di cicogne di due anni, come hanno dimostrato gli anelli degli uccelli catturati.

Vi è sempre fra i piccoli del nido una certa mortalità che va attribuita principalmente a due cause. La prima riguarda le variazioni stagionali; la pioggia persistente, i ripetuti temporali affievoliscono la vitalità dei piccoli che, malamente protetti dalle ali degli adulti, soccombono spesso per il freddo e l'umidità in seguito alla permanenza sul fondo del nido, dove più o meno la pioggia s'infiltra sempre. La seconda, è invece dovuta alla persistente siccità, quando gli adulti hanno poco da raccogliere per nutrire i loro nati.

In periodo di carestia, può avvenire che i genitori abbandonino l'ultimo nato, cioè il meno resistente della covata; infatti si trova spesso nei nidi un piccolo, uscito dall'uovo talora una decina di giorni dopo gli altri, poichè l'incubazione ha inizio sempre prima che l'ultimo uovo sia stato deposto. Se il cibo scarseggia, ne soffrirà proprio l'ultimo nato, che ne rimarrà senza e sarà talvolta addirittura buttato fuori del nido e persino (l'autore ne è stato testimonio oculare) inghiottito da uno dei genitori.

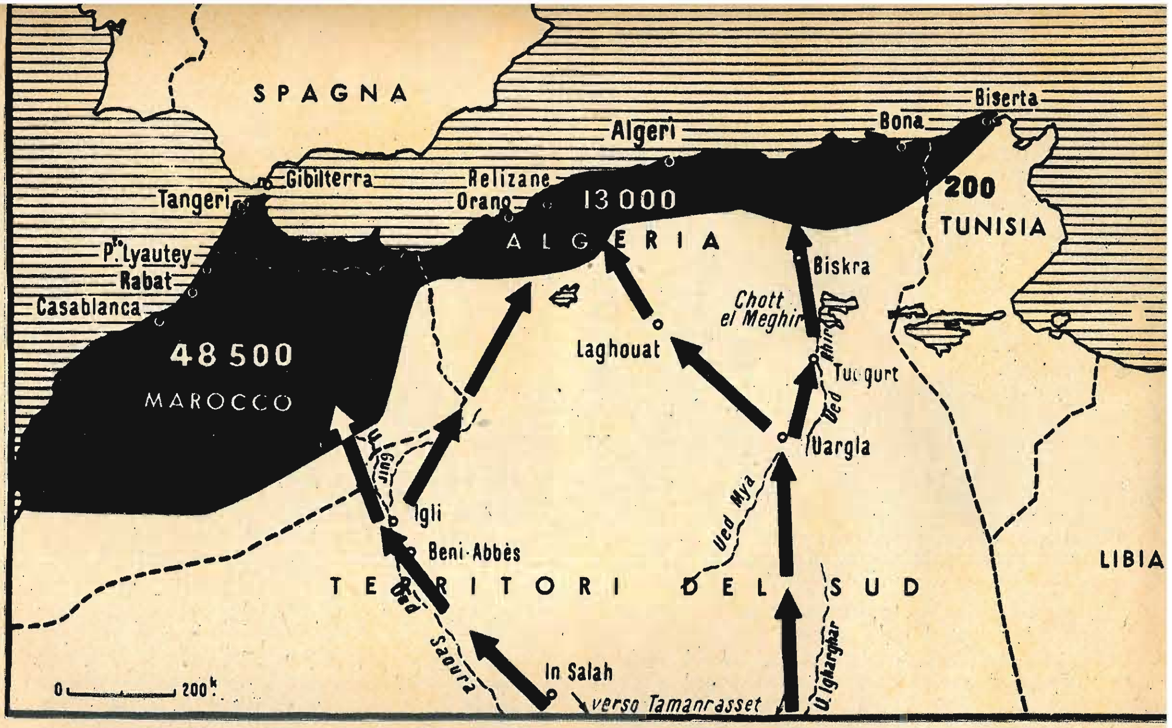
L'istinto di migrazione

Per determinare i fattori che spingono le cicogne a migrare, la stazione di Rossiten aveva catturato duecento piccoli, tenendoli in cattività fino alla partenza degli adulti; salvo poche eccezioni, i prigionieri rimessi in libertà avevano seguito la stessa direzione degli adulti; da ciò si deve dedurre che la scelta della via da seguire non si basa direttamente sull'esperienza dei genitori.

Durante una seconda serie di prove, nel 1933, oltre un centinaio di giovani cicogne, nate in Prussia Orientale e contrassegnate con anelli, vennero trasportate verso occidente e lasciate libere in Renania in settembre, mentre gli adulti erano già partiti da tempo verso il Mezzogiorno. Quale via migratoria avrebbero scelto i cicognini? Si osservò che, con poche eccezioni, la direzione presa fu quella di sud-est, cioè la medesima delle cicogne nidificanti ad oriente del Weser. Preesisterebbe dunque nelle giovani cicogne un istinto di direzione migratoria ereditato dai genitori.



Applicazione di anelli alle cicogne dal minareto della moschea di Medhia (Port Lyautey). Snidati i piccoli, vengono fatti scendere in una cesta.



Le cicogne dell'Africa settentrionale emigrano seguendo direttrici che convergono a Tamanrasset. Sono segnate in nero le zone di popolamento in Berberia; si noti il notevolissimo gruppo marocchino.

Oltre a ciò, giovani individui della Prussia Orientale, liberati in Renania all'epoca della partenza delle cicogne locali, presero nettamente la direzione dell'Occidente e grande parte di essi furono trovati poi in compagnia di cicogne renane che facevano loro da guida.

Vi è in tutto ciò un complesso (oseremmo dire *psicologico?*) di cui è ancora oggi difficile cogliere il meccanismo.

Uno dei quesiti posti ai naturalisti riguarda la possibilità di ripopolare le regioni dove questi uccelli esistevano un tempo, allo stesso modo che si ripopola un lago o un corso d'acqua con pesci provenienti da vivai artificiali.

Ecco un'esperienza tentata a questo scopo. In due anni, il centro di Rossiten potè trasferire 500 giovani esemplari nelle regioni occidentali, centrali e meridionali della Germania, che sono le più povere di cicogne. Accolti da personale competente, gli uccelli vennero accomodati in nidi artificiali e nutriti sino al momento in cui furono in grado di prendere il volo, e cioè quattro settimane all'incirca dopo il loro arrivo. Ma non sembra che vi siano più ritornati, indubbiamente perchè erano stati trasportati e allevati troppo lontano dal luogo di nascita. Un'altra esperienza dello stesso genere, eseguita questa volta entro un raggio di 100 chilometri intorno a Rossiten, è stata molto conclusiva: le cicogne tornarono infatti pochi anni dopo per nidificare nella regione d'adozione.

Le cicogne dell'Africa settentrionale

All'inizio del 1934 l'*Ufficio internazionale per la protezione della natura* richiese un'inchiesta sugli effetti che le esche avvelenate, allora impiegate per la distruzione degli acridi, potevano avere sulle cicogne nordafricane, ghiotte, come è noto, di cavallette. Chi scrive venne incaricato di questa inchiesta, che fu il punto di partenza delle proprie ricerche.

Precisiamo anzitutto, poichè ciò era l'oggetto dell'inchiesta iniziale, che l'ingestione di cavallette avvelenate mediante arsenico non ha effetti apprezzabili sulla mortalità delle cicogne adulte in Algeria, poichè queste non mangiano gl'insetti morti e rigettano probabilmente anche le cavallette inghiottite vive che avessero assorbito cibi arsenicati. (In vicinanza dei nidi si trovano infatti numerose tracce di rigurgiti del genere.)

In compenso, come in Europa, le linee elettriche ad alta tensione provocano perdite relativamente alte. Ma in sostanza ciò rappresentava soltanto un particolare in uno studio complesso che prosegue dall'epoca suddetta. Infatti, dal censimento dei nidi che promosse il governatore generale dell'Algeria è risultato che la popolazione delle cicogne dell'Algeria ammontava nel 1935 in cifra tonda a 6 500 coppie, così divise: dipartimento di Costantina 4 000; Algeri 1 500; Orano 900.

Alcuni rilievi affiorano da quello studio e da molti viaggi compiuti attraverso l'Algeria: solo i corsi d'acqua, detti *ued*, notevoli e soprattutto quelli a largo estuario possono essere ricchi di ci-



Nidi sul tetto d'un oleificio a Mirabeau, importante centro per la applicazione degli anelli in Algeria.



L'autore sta per applicare gli anelli alle giovani cicogne, che reagiscono rannicchiandosi nel nido.

cogne; così, ad es. la Seybouse a Bona, il Sebaou e l'Isser. La valle della Mitidja, presso Algeri, con lo sviluppo della viticoltura ha invece visto la sua popolazione di cicogne diminuire sino a diventare quasi insignificante. Infatti, la lavorazione intensiva fra le piante, le miscele cupriche, le polverizzazioni di fiori di zolfo provocano la scomparsa di una grande quantità di rettili e d'insetti: a tal punto che non si vede mai, per così dire, una cicogna in un vigneto: non vi troverebbe il cibo necessario.

Invece, la pianura dello Chelif, coltivata principalmente a cereali, è molto ricca d'insetti, e la valle, ben riparata dai venti, offre una grande sicurezza ai piccoli, che sono molto sensibili alle intemperie. Nei pressi della foce, lo Chelif vede invece diminuire la propria popolazione di cicogne: l'*ued* è infatti sprovvisto di estuario.

Le densità della popolazione di cicogne nel dipartimento di Costantina è essenzialmente dovuta all'estensione delle semine a cereali, ove pullulano gl'insetti che sono la base dell'alimentazione delle giovani cicogne. Le precipitazioni atmosferiche riempiono gli *ued* alla fine dell'autunno e all'inizio dell'inverno; i primi calori del febbraio-marzo attivano lo schiudersi delle uova dei batraci e dei rettili i quali, due mesi prima che in Europa, escono dal letargo, tanto che le cicogne al loro arrivo trovano subito un cibo abbondante.

In complesso, la popolazione delle cicogne algerine è stazionaria: tutte le diminuzioni osservate dipendevano solo da cause locali.

Eppure, si dirà, se ogni nido contiene ogni anno da due a quattro uova, come accade che non si verifichi un notevole aumento nella popolazione di questi trampolieri? Questo problema potrà essere risolto solo con la sistematica applicazione degli anelli ai piccoli nei nidi; tuttavia abbiamo già accennato alla forte mortalità che colpisce le giovani cicogne d'Europa, sensibilissime al freddo. Altrettanto accade in Algeria dove il numero medio dei piccoli scende spesso a uno.

Cicogne marocchine e tunisine

Il censimento venne esteso al Marocco francese e alla Tunisia. Questa regione, per la siccità e l'assenza di terreni paludosi, ospita pochissime cicogne: 87 nidi, ossia all'incirca 200 cicogne. Nel Marocco, invece, si registravano nel 1935 tre volte e mezzo più cicogne che non in Algeria: i 23 969 nidi censiti rappresentavano intorno a 48 500 uccelli. Secondo le autorità competenti, questa cifra tende a diminuire; le condizioni di popolamento, d'alimentazione, di mortalità, le date d'arrivo e le date di partenza sono sensibilmente le stesse che in Algeria.

Le nostre cognizioni sulle migrazioni delle cicogne del Nord Africa erano nel 1934 non meno rudimentali di quelle relative al loro comportamento. Si sapeva che, come quelle della Spagna meridionale, esse raggiungono certamente l'Africa del Sud, ma s'ignorava il percorso seguito, neppure oggi noto con certezza.

La questione era giunta allora a questo punto: la *cicogna bianca* s'incontra solo eccezionalmente nell'occidente e in parte del centro africano, a nord dell'equatore. All'infuori del Senegal, dove quest'uccello secondo il naturalista Bates sarebbe stato osservato molto tempo fa, erano state identificate soltanto cinque catture: la prima e più occidentale a Kong (Costa d'Avorio), la seconda a Zaria, nella Nigeria; la terza al lago Fittri (Ciad), la quarta a Bambasi (Ubanghi) e la quinta a Ciang (nel Camerum). Due di questi uccelli contrassegnati provenivano da Koenigsberg (Prussia Orientale) e l'altro da Viborg (Danimarca). In nessuno di quei luoghi gl'indigeni avevano mai visto cicogne prima d'allora. Si poteva quindi ammettere che le regioni africane situate fra il 21° grado di longitudine est e il 16° di longitudine ovest, a settentrione dell'equatore, non sembravano, secondo i dati ricevuti, trovarsi sui percorsi normali di migrazione degli uccelli provenienti dall'Europa settentrionale.

Mentre la *rotta est di migrazione* delle cicogne sembra bene individuata, anche se alcuni trampolieri sperduti sono stati catturati ad occidente di questa via, come dimostra la cattura presso il lago Fittri di una cicogna contrassegnata proveniente da Koenigsberg, invece maggiori difficoltà offre il problema della cicogna danese uccisa al Camerun la quale forse aveva seguito la *rotta ovest*, attraverso la Spagna.

Tuttavia, il dott. Arnault, di Laghouat, oasi situata nel Sud algerino, sul versante meridionale dell'Atlante sahariano, aveva osservato, durante l'anno 1933, i passaggi di andata e di ritorno delle cicogne. La migrazione di partenza era orientata verso sud-est. La migrazione primaverile, diurna, aveva permesso di osservare fra il 1° marzo e il 15 luglio, vari stormi di 40 ÷ 50 cicogne in volo verso nord.

In generale, le cicogne bianche cominciano a giungere in Algeria fin dalla seconda quindicina di febbraio, ma soprattutto nel marzo e nell'aprile. La partenza avviene in massa, sempre di notte, intorno al 15 agosto.

Si poteva dunque pensare, e questa fu la conclusione di una comunicazione da noi presentata nel 1934 al Congresso internazionale di ornitologia di Oxford, che questi uccelli seguivano il percorso del gruppo delle cicogne dell'Europa settentrionale, passando sulla Spagna, con un itinerario che dopo Gibilterra rimaneva ignoto.

Per agevolare la soluzione del problema, l'autore decideva nel 1934 di applicare gli anelli di contrassegno ai giovani uccelli.

Dove vanno le cicogne nordafricane?

Gli uccelli contrassegnati in Algeria, dal 1934 al 1948, nei centri di Mirabeau (Algeria), Bordj bu Arreridj, e in parte anche Bona (Costantina) e Relizane (Orano), ammontano in totale a 3 400. Altri 450 furono contrassegnati nel Marocco (regione di Port Lyautey) a cura dello scrivente.

Dai rapporti pervenuti in seguito ad una richiesta fatta eseguire nei territori del Sud, risulta che quelle cicogne, all'andata come al ritorno, passano effettivamente sul Sahara. La migrazione in arrivo, tra febbraio, talvolta gennaio, e marzo, avviene di giorno e a tappe.

A tappe, perchè gli uccelli non hanno troppa fretta di giungere ai luoghi di nidificazione: l'istinto sessuale non è ancora molto imperioso; inoltre, i rettili, i batraci e i molluschi di cui si nutrono escono appena dal letargo, e gl'insetti schiudono le uova, nel Marocco, non prima di marzo, mentre già se ne trovano nel Sahara, in questa epoca dell'anno in cui v'è acqua negli *ued* semipermanenti. Di giorno, perchè gli uccelli hanno bisogno di scorgere i luoghi propizi alle soste, letti degli *ued sebkha* (ruscelli d'irrigazione) luoghi di acqua in genere. Essi vi sostano volentieri giacchè sono affaticati da un viaggio lungo il quale il cibo è stato piuttosto scarso. È quindi spesso agevole osservare in certe zone del Sahel e del Sudan queste prolungate soste.

Invece, la migrazione in partenza, nell'agosto, talora ritardata fino all'ottobre, è difficilmente osservabile perchè avviene di notte, e perchè, contrariamente agli altri uccelli migranti, la cicogna è muta. La partenza deve tuttavia effettuarsi in massa e velocemente, poichè il deserto del Sahara, estremamente asciutto in quell'epoca, non può offrire davvero alcuna risorsa alimentare.

Le due vie

In conclusione, i percorsi sahariani seguiti dalle cicogne, almeno nelle migrazioni in arrivo, sono contrassegnati dai corsi d'acqua. Lo studio cartografico conferma le osservazioni dei luoghi situati in prossimità degli *ued* più importanti del Sahara; essi rivelano due itinerari. Abbiamo già designata la via più orientale col nome di *rotta del nord*: quella seguita dalle cicogne nidificanti in Tunisia e nei dipartimenti di Costantina e di Algeri. Essa segue l'Igharghar, proveniente dal massiccio dell'Ahaggar (Hoggar), poi l'*ued* Rhir, con la sua collana di laghetti e di stagni, fiume che passa a Tuggurt per sfociare nel Chott-el-Melghir.

La *rotta dell'Ovest*, seguita dalle cicogne del Marocco e del dipartimento di Orano, è quella



In un villaggio presso Port Lyautey gl'indigeni portano le giovani cicogne catturate sui tetti delle loro case ai centri per l'applicazione degli anelli. L'istituto scientifico marocchino dirige queste operazioni.

della valle della Saura e dei suoi tributari, con andamento generale nord-ovest-sud-est, direzione che, prolungata, raggiunge Tamanrasset, punto dove s'incontrano le due vie.

Circa il percorso seguito oltre Tamanrasset, le informazioni sono scarse. Il cerchio di Tanut, tra Niamey e Zinder (Sudan), è il più importante punto di passaggio finora segnalato e vi si osservano ogni anno migliaia di cicogne dirette verso mezzogiorno; a questo punto finisce per noi ogni notizia sicura.

Il lettore si stupirà del fatto che non abbiamo considerato i ritrovamenti di anelli applicati nel-l'Africa del Nord. Ma gli è che siffatti ricuperi sono rarissimi, in parte per il tipo difettoso di anello adottato all'inizio, modificato soltanto in seguito.

Vanno però segnalati quattro interessanti ricuperi: uno a Timoktene, ad ovest di In Salah, un secondo a Dori (Sudan francese), un terzo a 400 chilometri ad ovest del Ciad, un quarto infine a Ippy (nell'Ubanghi Sciari). Si trattava di cicogne contrassegnate la prima a Relizane, le due seguenti nel Marocco e l'ultima a Mirabeau, tutte nell'anno precedente la cattura.

Questi ricuperi confermano la nostra opinione intorno all'andamento generale delle vie di migrazione, e cioè la traversata del Sahara e la continuazione del viaggio verso il mezzogiorno.

Infine, e per concludere, diremo che alcune cicogne contrassegnate sono comparse nella primavera del 1948 a Mirabeau (Algeri) e vi hanno nidificato; erano state probabilmente contrassegnate in nido nel 1945 o nel 1946 o fors'anche prima in quelle medesime località. Questo fatto, intorno al quale non possediamo per ora altri elementi più precisi, conferma le osservazioni fatte in Germania sul ritorno al luogo di nascita, o nei dintorni di esso, delle cicogne adulte, che sembrano in ciò guidate da un infallibile istinto.

MOLTO DI NUOVO NEL CENTRO DELLA TERRA

ANCHE quando facciamo i voli più arditi o scendiamo negli abissi più profondi, in sostanza non ci allontaniamo molto dalla superficie del nostro globo.

Pertanto la conoscenza dello stato della materia di cui la Terra è composta si limita alle condizioni fisiche (temperatura, pressione ecc.) esistenti alla sua superficie. Ma solo una frazione enormemente piccola della materia di cui è formato l'Universo si trova alla superficie della Terra e alla superficie dei pianeti e delle stelle. Tutta la materia (eccettuata quella frazione minima detta) si trova sepolta al di sotto di questa superficie.

Per quanto riguarda il nostro pianeta, si calcola che la pressione al centro della Terra sia del-l'ordine di tre milioni e mezzo di atmosfere, valore molto al di sopra delle possibilità di sperimentazione disponibili al momento attuale nei nostri laboratori. Tuttavia il prof. Bridgmann nell'Istituto di Fisica dell'*Harvard University* negli Stati Uniti è riuscito recentemente a produrre e misurare pressioni dell'ordine di 400 000 atmosfere, cioè poco più di un decimo della pressione che si ha al centro della Terra. In effetti, la più gran copia di esperimenti si è potuta fare solo a pressioni un po' minori, dell'ordine di 100 000 atmosfere; ma già in tali condizioni le sostanze esaminate si presentano sotto aspetti completamente differenti da quello usuale. L'acqua, considerata normalmente non compressibile, si riduce a metà del suo volume originale; mentre il ferro, alla stessa pressione, riduce il suo volume solo del 10%. Coll'aumentare della pressione aumenta anche il *punto di solidificazione* delle sostanze, cioè più alta — o meglio, meno bassa — diventa la temperatura alla quale la sostanza congela. Nell'interno della Terra, quindi, la materia è mantenuta allo stato solido dalla pressione elevatissima, nonostante che la temperatura debba essere molto superiore alla temperatura normale di fusione dei suoi componenti. L'acqua, che anche alle pressioni usuali ha già un comportamento anomalo (forte calore latente di fusione; aumento di volume nella congelazione, ecc.), abbassa il suo punto di congelamento coll'aumento della pressione: già a 2000 atmosfere essa congela a —20° C.

In generale ogni proprietà delle sostanze, tanto solide che liquide, è alterata dalla pressione. La plasticità di alcuni metalli aumenta notevolmente, onde questi metalli possono subire grandi deformazioni senza spezzarsi. L'acciaio ordinario, per esempio, diventa straordinariamente duttile, mentre la sua resistenza aumenta considerevolmente. È indubbio che questi ed analoghi effetti della pressione sulla plasticità dei solidi debbono aver avuto un'influenza dominante sull'architettura della Terra; e se ne possono vedere ancora gli effetti nei contorti strati rocciosi di talune formazioni geologiche alla superficie della Terra.

Questi moderni esperimenti possono modificare le vedute classiche sulla costituzione della Terra. Già da tempo le indagini sismologiche hanno mostrato l'esistenza di un nocciolo centrale che occupa circa 1/6 del volume totale della Terra e contiene circa 1/3 della sua massa totale. Onde i geologi hanno detto che la Terra (la quale ha una densità di 5,52 g/cc) è costituita da un nocciolo di ferro e nichel contornato da uno strato meno denso costituito da una miscela di metalli leggeri e di silicati di magnesio. Si pensava, cioè, ad una effettiva differenza di costituzione tra gli strati superficiali e le regioni interne della Terra. Recentemente l'inglese Ramsey ha invece fatto vedere che questo non è affatto necessario, poichè potrebbe essere assai verosimile che unica sia la composizione chimica di tutto il globo terrestre, e che la differenza delle proprietà fisiche assunte, come abbiamo visto, dalla materia stessa alle forti pressioni, sia sufficiente per giustificare l'aumento di densità che è stato osservato fra gli strati esterni a noi accessibili e il nocciolo interno del nostro pianeta.

l. g.

LA VISIBILITÀ nelle automobili moderne

In seguito ai progressi conseguiti nella tecnica dei cristalli e delle sostanze che li sostituiscono, e seguendo tuttavia di pari passo l'evoluzione della carrozzeria, è possibile migliorare la visibilità — fondamentale elemento di sicurezza — nelle veloci autovetture attuali.

ELEMENTO essenziale di comodità e di sicurezza dell'automobile, la visibilità ha sempre stimolato i tecnici, e dovremmo dire tutti i tecnici, perchè anche coloro che si preoccupano soltanto dell'aerodinamismo, della comodità o dell'estetica, si manifestano solidali a questo riguardo con gli specialisti, in quanto le loro concezioni non possono non adeguarsi ai progressi tecnici conseguiti nel miglioramento dei vetri, dei cristalli o delle sostanze atte a sostituirli.

È infatti necessario che, al crescere delle velocità consentite ai veicoli dal perfezionamento dei motori, il guidatore possa veder sempre meglio gli oggetti posti davanti o ai lati della macchina.

Nelle prime automobili il parabrezza aveva una superficie molto estesa: su talune di esse raggiungeva quasi il metro quadrato, ed era naturalmente di cristallo comune. Non ci volle molto ad accorgersi che le conseguenze delle rotture incidentali diventavano tanto più gravi quanto maggiore era la superficie del cristallo.

I cristalli di sicurezza: il Vis

Si racconta che, al principio del secolo il medico olandese Benedictus, avendo perduto la moglie in un incidente automobilistico nel quale essa venne mortalmente ferita da schegge di vetro, decidesse di dedicarsi alla ricerca di un vetro che non presentasse pericoli di questo genere. Stabilitosi a Parigi, un giorno fece cadere per inavvertenza una boccetta vuota che aveva contenuto una soluzione di cotone collodio: la boccetta si ruppe in numerosi frammenti, tenuti tuttavia insieme dalla pellicola formata dal collodio rimasto aderente alle pareti interne. Messo così sulla buona strada, il Benedictus pensò di unire due lastre di vetro, incollandole con la medesima sostanza: era nata (1903) l'idea del vetro *Vis*.

Quarant'anni sono passati dal primo brevetto: il principio è rimasto lo stesso, ma le sostanze di collegamento hanno seguito l'evoluzione delle materie plastiche. Agl'inizi, le lastre di vetro o di cristallo preventivamente gelatinate venivano spalmate di collodio e incollate sulle due facce di un foglio di celluloide. Il prodotto ottenuto in questo modo, ancorchè di ottima qualità, non aveva lunga durata, specialmente se esposto all'azione dei raggi solari. Apparivano infatti allora macchie gialle che diminuivano la visibilità; dopo un certo periodo, le lastre, che sulla superficie macchiata non davano più garanzia di sicurezza, subivano uno scollamento parziale e non erano più adatte allo scopo.

I miglioramenti raggiunti nella fabbricazione dell'acetil-cellulosa hanno permesso una semplificazione tecnica nella manifattura dei vetri *Vis*. Oggi si usa l'acetil-cellulosa in fogli preventivamente ammorbiditi da un solvente; compresso fra due lastre mediante rulli di gomma, viene eliminato l'eccesso di solvente e d'aria. Le lastre, passate in autoclave a 140° C, vengono riportate infine alla temperatura ambiente. La fecondissima chimica delle materie plastiche consente ora di creare prodotti che assicurano l'accoppiamento con sostanze collanti vieppiù resistenti.



Per effetto di un urto, il cristallo temperato (Securit) si frantuma in infiniti frammenti smussati; ma la visibilità ne risulta molto diminuita.



Le lastre a strati sovrapposti (Vis) si rompono in pezzi più lunghi e conservano una miglior trasparenza; ma alla rottura basta un urto più leggero.

Il Securit

I vetri di sicurezza dovevano conoscere un concorrente nel 1929: il cristallo temperato, più conosciuto sotto il nome *Securit*.

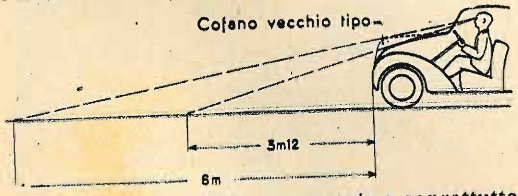
Scaldata intorno ai 700° C e sospesa in un forno mediante apposite pinze, la lastra di cristallo viene rapidamente sollevata e quindi raffreddata da una corrente d'aria uscente da cassoni che sono sottoposti ad un lieve moto di rotazione al fine di ottenere l'uniforme raffreddamento di tutti i punti della massa.

L'operazione di tempera si effettua ormai con criteri industriali; quella di una parabrezza normale di 5 mm di spessore dura dai quattro ai cinque minuti e in un forno di recentissima costruzione si è riusciti a temperare 700 mq di lastre in ventiquattro ore lavorative, con tre soli operai.

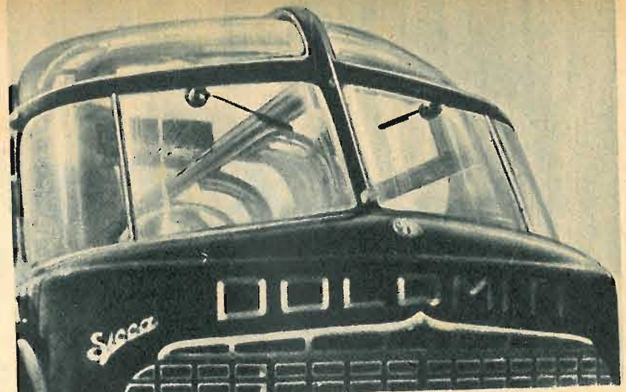
Il pregio principale del cristallo *Securit* è di essere assolutamente inalterabile e di rompersi, ma in seguito a forte urto, in un'infinità di piccoli frammenti senza spigoli taglienti. Invero, per effetto della tempera, la massa del cristallo subisce modificazioni di natura più propriamente fisica che non chimica; gli strati esterni vengono messi in stato di compressione, mentre gli strati interni si trovano in tensione, sicchè un urto violento può rompere l'equilibrio e la lastra si frantuma; ma il *Securit*, oltre al fatto che i suoi frammenti non sono affilati presenta un'altissima resistenza: per esempio, un cristallo *Securit* di 5 mm di spessore equivale ad un cristallo comune di 30—35 mm. Unico difetto fra tanti pregi, dopo la tempera il cristallo *Securit* non può più venire lavorato, nè tagliato. Naturalmente, il *Securit* e il *Vis* hanno ciascuno i loro difensori. Attualmente, in Francia e in Italia il *Securit* è più diffuso del *Vis*; l'inverso avviene agli Stati Uniti, dove si usa quasi unicamente il *Vis*. Alcuni ne attribuiscono il motivo a considerazioni d'ordine tecnico, ma la causa principale è che il brevetto *Vis* è scaduto, mentre quello *Securit* protegge l'invenzione fino al 1954 a favore di ditte italiane e francesi.

Inoltre negli Stati Uniti il vetro temperato tipo *Securit* non è considerato di sicurezza e il suo impiego nella fabbricazione dei parabrezza è vietata da disposizioni legislative. Alcune grandi case automobilistiche, come la *Ford*, sono esse stesse produttrici di cristalli tipo *Vis*. In Italia, il vetro *Securit* è preferito per i minori rischi di rottura che esso presenta durante il montaggio; tuttavia la *Lancia* ha per molto tempo dato la preferenza al *Vis*, che pesa meno.

Si vorrebbe da taluno che fosse fatto obbligo anche in Europa di adottare il *Vis* per tutti i parabrezza. Infatti, se il *Securit* si rompe, ad esempio per una sassata, esso diviene quasi opaco. Ma la saggia e semplice soluzione è resa inapplicabile dall'evoluzione della forma delle vetture.



La linea generale della carrozzeria e soprattutto la forma del cofano influiscono sulla visibilità.



Nei moderni Pullmann da turismo il tetto e le parti profilate che collegano questo alle pareti sono di Plexiglas. Questa sostanza plastica, posta in alto, non viene danneggiata dalla polvere.

Il parabrezza

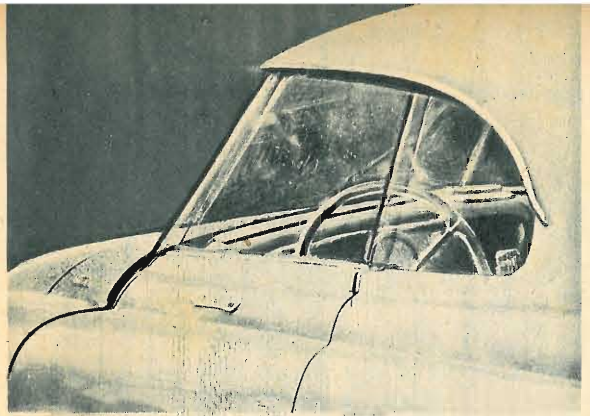
I costruttori sono infatti indotti ad ingrandire il parabrezza per migliorare la visibilità. Per ragioni di estetica, esso è spesso fatto in due pezzi, e talvolta anche curvato.

Se la fabbricazione in due parti non presenta sensibili difficoltà, non può dirsi altrettanto per la sagomatura, specie quando si vuole usare la lastra a due strati, perchè la curvatura deve essere rigorosamente uguale per le due lastre componenti l'elemento. Il primo montaggio in serie di vetri curvi su automobili venne attuato nel 1933-1934 da Panhard, per la vettura *Panoramic*, nel tentativo, a quel tempo notevole, di ovviare alla interruzione di visibilità dovuta ai montanti della carrozzeria a sinistra e a destra di chi guida.

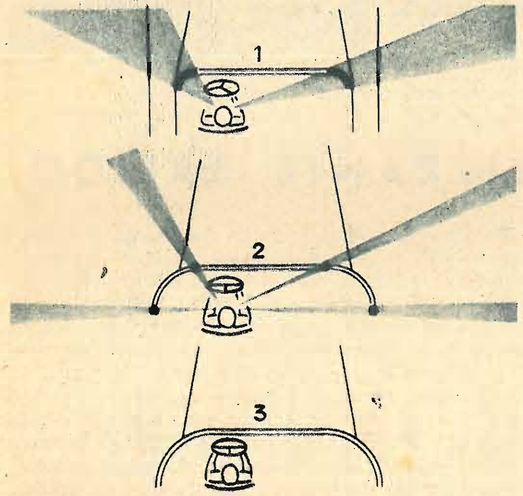
Più tardi, valendosi al massimo grado della grandissima resistenza meccanica del cristallo *Securit*, il brevetto italiano Vistotal (*vista totale*; in francese *Vutotal*) soppresse interamente i montanti. Un solo cristallo di $10 \div 12$ mm di spessore faceva da collegamento fra il tetto e il resto della carrozzeria, fissato mediante bulloni con interposti blocchi di gomma. Era un progresso notevole; ma le forme aerodinamiche verso i quali si orientano le carozzerie mal si prestano alla superficie piana del parabrezza *Vistotal*.

La comparsa della resina poliacrilica *Plexiglas* fece nascere nuove speranze, per le sue sperimentate qualità di sicurezza e di visibilità. Purtroppo il *Plexiglas* non è inalterabile e la sua prolungata esposizione alla polvere della strada ne diminuisce infatti la levigatezza; sicchè presto il suo uso venne limitato ad alcuni casi ben determinati, per esempio nei pullmann dove esso riesce utilissimo ad aumentare la superficie vetrata, specie nelle parti curve. Sembra tuttavia possibile indurirne la superficie e renderla meno delicata mediante un trattamento speciale.

Al proposito dei tentativi fatti con la costruzione di elementi di carrozzeria in *Plexiglas*, diremo che la visibilità risulta totale; ma resta pur sempre l'inconveniente dell'alterabilità e della temperatura, che in una vettura siffatta non può non essere molto simile ad una piccola serra.



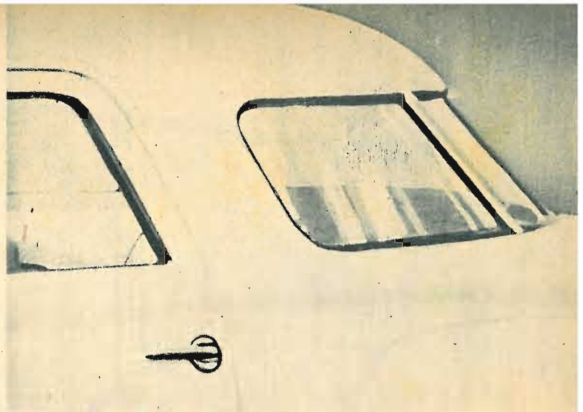
La costruzione interamente in acciaio aveva già ridotto al minimo le dimensioni dei montanti degli sportelli nelle automobili; sopprimendoli, il brevetto Vistotal assicura una visibilità completa.



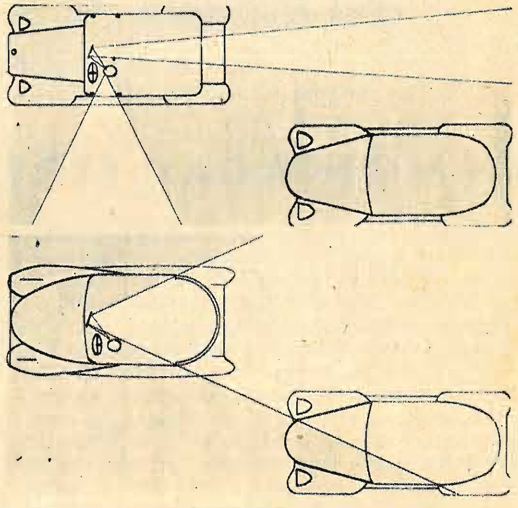
Evoluzione della visibilità anteriore. (1) Vettura 1930. Le parti tratteggiate mostrano i settori che i montanti del parabrezza nascondono al guidatore; ridotti nella Panoramic Panhard 1934 (2), scompaiono per la Vistotal Labourdette 1937 (3).

Segnaliamo infine che recentemente la perfezionata tecnica della tempera ha consentito la creazione di un parabrezza profilato in modo che il conduttore goda di una visibilità perfetta ai lati e in alto, senza perciò rinunciare ad un materiale inalterabile. Questi parabrezza profilati verranno presto fabbricati in serie e applicati nei nuovi modelli di un'antica marca francese.

Tuttavia, se è desiderabile un'ampia visibilità anteriore, non meno importante è la visibilità dalla parte opposta; si tende perciò ad ingrandire al massimo il cristallo posteriore, con grande vantaggio del guidatore che potrà così vedere perfettamente, nello specchio retrovisivo, ciò che accade dietro di lui. L'impiego di grandi superfici vetrate dà però luogo ad inconvenienti durante la notte, specialmente quando piove, poichè i riflessi che si producono allora nelle parti curve o profilate diventano assai molesti; si rimedia per mezzo di schermi speciali, basati sulle proprietà della luce polarizzata, che annullano quei riflessi parassiti e il conseguente abbagliamento.



Alcune Case hanno provvisto posteriormente le loro vetture di larghi cristalli curvi che permettono al conducente di scorgere senza difficoltà, nello specchio retrovisivo, i veicoli retrostanti.

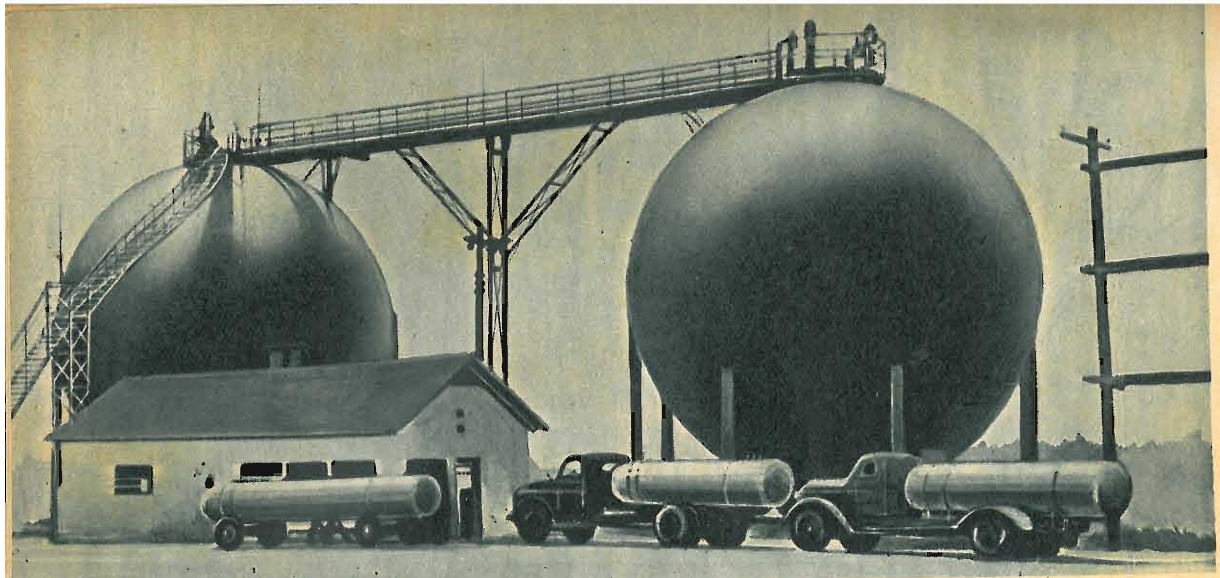


In alto, visibilità posteriore in una vettura del 1933: il guidatore non vede la vettura da cui sta per essere oltrepassato; in basso, grazie alle ampie aperture di una vettura moderna, il guidatore non perde di vista nemmeno per un attimo l'altro veicolo.

Influenza della linea sulla visibilità

La forma complessiva della vettura influisce molto sulla visibilità generale; siamo ben lungi dal tempo in cui la qualità di una vettura era valutata dalla lunghezza del suo cofano; infatti nelle vetture moderne quest'ultima è ridotta al minimo, ed è molto significativa questa decisa, sebbene lenta, diminuizione della distanza interposta fra il guidatore e l'estremità anteriore della vettura, talchè esistono perfino vetture in cui il guidatore si trova isolato all'estremo anteriore e sull'asse del veicolo (J. P. Wimille) occupando un vero posto di pilotaggio, situato esattamente in mezzo. Questa posizione estrema e un cristallo anteriore curvo o profilato favoriscono la visibilità laterale.

L'evoluzione delle forme lascia prevedere un sempre più largo impiego della centinatura con la tendenza a sopprimere ogni materiale opaco al disopra del livello delle spalle dei passeggeri per rendere perfetta la visibilità in tutti i sensi.



Due serbatoi per la conservazione dell'ammoniaca sotto pressione (Mississippi).

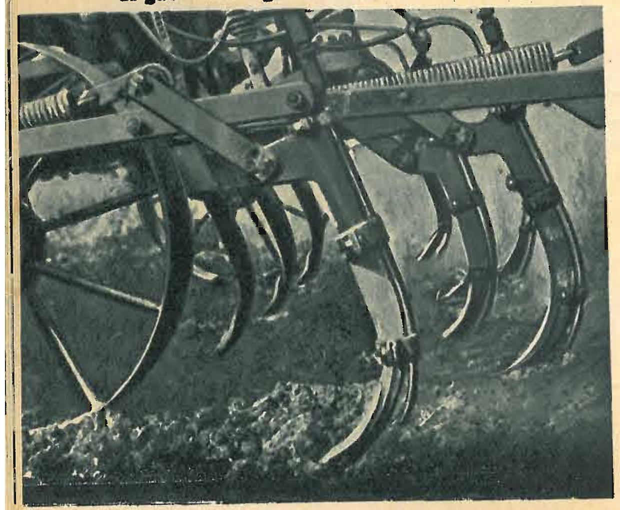
AMMONIACA: FERTILIZZANTE RAPIDO

LA FABBRICAZIONE dei concimi ammoniacali, solfati e nitrati, richiede un considerevole consumo di carbon fossile, che può essere evitato con l'impiego diretto dell'ammoniaca anidra.

È noto d'altronde che all'inizio della crescita, le piante preferiscono l'azoto proveniente dall'ammoniaca a quello proveniente dall'acido nitrico. Il primo, immesso nei solchi del terreno, aumenta infatti di 12 ettolitri la produzione di grano ad ettaro, e questo rendimento è superiore di 2 ettolitri a quello raggiunto con l'uso dei nitrati, anche di quelli ammoniaci, a pari dose di azoto.

Negli Stati Uniti (Mississippi e Stati vicini) si è provveduto alla costruzione di enormi sfere, come pure di cilindri a calotta, dove l'ammoniaca viene conservata sotto pressione presso le stazioni e gli incroci stradali, ubicati, cioè, in modo di consentire agli agricoltori di riempire i propri serbatoi alla più breve distanza possibile dai loro campi e il fertilizzante così distribuito, viene poi iniettato direttamente sul terreno: centinaia di migliaia di ettari vengono così fertilizzati, soprattutto in primavera. La pressione massima dell'ammoniaca nei serbatoi è di 25 kg/cmq.

Il gas è convogliato sotto i denti dell'erpice.



In Francia dal 1948 si tentano esperimenti analoghi nei dipartimenti della Somme e del Pas-de-Calais. Il fertilizzante ammoniacale è contenuto in fusti cilindrici di acciaio cerchiato, ciascuno trasportato sul rimorchio di un trattore di erpice a sei denti distanti uno dall'altro 44 cm. Dietro ciascun dente sbocca un condotto attraverso cui passa l'ammoniaca sotto pressione, che viene portata, per la iniezione, a $3 \div 4$ kg/cmq da un decompressore a manometro opportunamente inserito. In quarantacinque minuti si possono cospargere all'incirca 200 litri di fertilizzante ammoniacale per ettaro, corrispondenti ad un centinaio di chilogrammi di azoto, cioè il doppio della quantità comunemente usata. L'ammoniaca è immediatamente fissata per effetto del potere assorbente del terreno tanto più facilmente quanto più elevata è l'umidità di questo. Il fertilizzante ha la caratteristica di poter essere rapidamente assorbito dalle radici delle piante giovani e può essere in seguito nitrificato. Siccome l'azoto nitrico è appunto più efficace nella fase successiva della vegetazione, è evidente che l'ammoniaca costituisca un concime quasi ideale.

In Italia, l'ammoniaca si fabbrica soprattutto sinteticamente, a partire cioè dall'azoto atmosferico. Gli stabilimenti sono disseminati qua e là sul territorio nazionale e in molte zone prossime ad essi l'aratura meccanica è ancora poco usata, sia per la natura montagnosa del terreno, sia per il tipo di coltura ivi esistente. Ciò non toglie che anche in parecchie zone del nostro Paese potrebbe trovare utile applicazione questo brillante procedimento per la fertilizzazione dei campi.



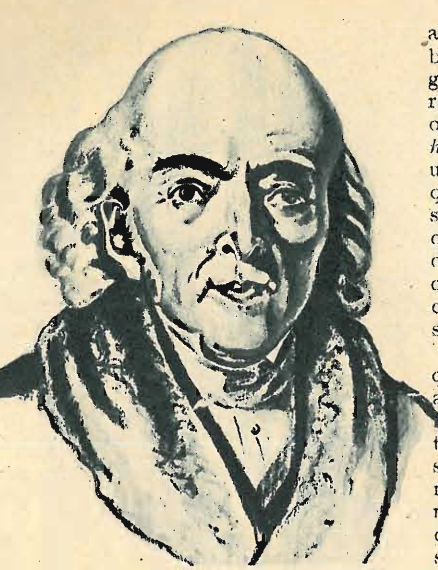
IL GRANDE MISTERO DELLA OMEOPATIA

L'omeopatia è tuttora oggetto di accanite controversie, ma anche gli avversari sono spesso costretti a riconoscere taluni risultati tangibili ch'essa consegue. La diffusione altrove sempre crescente addita questo metodo terapeutico all'interesse degli studiosi e del pubblico.

L'OMEOPATIA può definirsi correntemente come un metodo terapeutico che consiste nel trattare una malattia mediante somministrazione, a dosi minime di agenti atti a produrre a forti dosi, nell'uomo sano, sintomi analoghi a quelli che si vogliono combattere.

La sua origine risale ad Ippocrate. Egli, dopo aver ammesso che l'organismo umano « è un microcosmo nell'universo e di questo subisce tutte le leggi generali », ha distinto gli individui in linfatici, sanguigni, biliosi, e la classificazione si è conservata nel corso dei secoli. Ippocrate pensava già che la natura è un mirabile medico quando non venga ostacolata e che l'organismo si difende da sè espellendo i residui nocivi mediante i suoi emuntori naturali (reni, fegato, ecc.). Se le vie normali sono difettose, la eliminazione può effettuarsi in maniera patologica e spesso intempestiva (eczema, asma, ecc.); ma occorre guardarsi bene dall'ostacolare queste eliminazioni, a rischio di veder insorgere le più gravi alterazioni organiche. Ippocrate aveva riassunto la terapia in due leggi: la legge dei contrari e quella dei simili, e scriveva: « Ciò che produce la stranguria (minzione difficile e dolorosa) che non è, toglie la stranguria che è ». Effettivamente — e l'esempio chiarisce bene il senso del precetto —, la cantaride che, a forte dose, produce fenomeni di cistite, fa scomparire quei fenomeni quando sia somministrata a dose infinitesima. Paracelso, nel medioevo, insisteva sull'importanza dei sintomi clinici propri dell'ammalato e sull'uso del medicamento strettamente adatto a quei sintomi. Raccomandava l'impiego della ventiquattresima parte di una goccia, che designava col nome di *karena*.

Samuel Friedrich Hahnemann, nato a Meissen (Sassonia) il 10 aprile 1755, morto a Parigi il 12 luglio 1843, facendo la sintesi di tutte queste nozioni, formulò la legge di similitudine: « *Similia similibus curantur* » (i simili vanno curati coi simili); la logica conseguenza di quella: il principio della dose infinitesima; creò la parola *omeopatia*, dal greco *omoios* uguale e *pathos* affezione, per designare la sua dottrina.



Samuele Hahnemann (Meissen, 1775 - Parigi, 1843), ispirandosi a Ippocrate e Paracelso, ha fondato l'omeopatia.

La terapia omeopatica

Affinchè si possa applicare la legge di similitudine, occorre che qualsiasi sostanza destinata ad essere usata a dose infinitesima sia stata dapprima sperimentata a dose ponderale, o addirittura tossica. Solo così è possibile determinare con precisione tutti i sintomi patologici che essa provoca e ottenere per ogni sostanza un quadro terapeutico, che Hahnemann ha chiamato *patogenesia*. Il complesso dei medicamenti di cui si conosce la patogenesi, è chiamato *materia medica* e sarà il breviario omeopatico. Hahnemann aveva sperimentato, spesso su se stesso, l'effetto di 61 medicamenti e oggi gli omeopatici ne contano più di 1 500, di cui solo 250 di uso comune. Questi medicinali possono appartenere al regno vegetale (*digitalis*), minerale (*silicea*), o animale (*carbo animalis*). Talvolta, sono anche sostanze patologiche (*psorinum*, sierosità di pustola scabbiosa), tal altra esecrezioni prelevate sullo stesso ammalato (saliva, sangue, pus), che vengono chiamate *medicamenti isopatici*.

Una medicina infinitesimale

L'omeopatia usa soltanto dosi estremamente diluite, preparate mediante procedimenti speciali.

Allorchè si tratta di piante, la *tintura madre* (T.M.) costituisce la base di tutte le preparazioni successive; è ottenuta per macerazione o percolazione alcoolica di una pianta fresca (o di una parte di essa), raccolta allo stato naturale in circostanze di stagione, di ora e di clima rigorosamente determinate. Alcune tinture madri possono avere per base certi prodotti animali o derivati da sostanze animali; ma l'omeopatia conosce anche preparati ottenuti partendo da prodotti chimici o minerali che vengono definiti secondo la concentrazione. Per preparare le diluzioni, si usano due procedimenti, che hanno ciascuno i propri più accesi seguaci.

1) Processo Hahnemann. Se si vuole, ad esempio, preparare una serie di *diluzioni decimali* o *centesimali*, si prende una goccia o un grammo di tintura madre, diluendola in 9 o 99 gocce o grammi di solvente (acqua chimicamente pura, alcool ecc.), e si sottopone la boccetta ad una serie di energiche scosse. Si ottiene allora una prima decimale (1 D od 1 X), o centesimale (1 C) *hahnemanniana*; prelevata una goccia o un grammo di questa sostanza già diluita, la si mescola con 9 o 99 gocce o grammi di solvente e si ottiene così una seconda decimale (2 D o 2 X) oppure centesimale (2 C); e via di seguito.

2) Processo Korsakoff. In questo procedimento, usando ancora la stessa boccetta si fa cadere una goccia di tintura madre in 99 gocce di solvente, e si agita energicamente. Si vuota la boccetta, riempiendola poi nuovamente con 99 gocce di solvente, considerando pari ad una goccia la quantità di sostanza che rimane nel recipiente vuotato, ma non lavato.

Diamo una tabella di ragguaglio fra le diluzioni hahnemanniane e quelle korskoviane, concordanza che rimane d'altronde alquanto arbitraria:

	Hahnemann	Korsakoff
Diluzioni basse	4 C	6
Diluzione medie	5 C	30
Diluzioni alte	7 C	200
	9 C	1 000 o M

Le preparazioni di Hahnemann tendono a sostituire sempre più quelle del tipo Korsakoff, che pure hanno già dato buona prova terapeutica, ma alle quali si rimprovera la mancanza di precisione scientifica.

Le forme medicamentose di uso corrente nella medicina omeopatica sono:

1°) le tinture madri, pure o in diluzioni decimali o centesimali; si suole impregnare con queste diluzioni *granuli* di zucchero di latte che l'ammalato deve succhiare;

2°) per le sostanze insolubili, le *triturazioni* del farmaco, usando come veicolo lo zucchero di latte, secondo il processo Hahnemann.

Le alte diluzioni sono di solito poste in commercio in *dosi*, ossia in tubetti contenenti una cinquantina di globuli impregnati della sostanza diluita, che vanno presi in una sola volta, oppure in fialette.

I medicinali vanno ingeriti lontano dai pasti: almeno mezz'ora prima o due ore dopo. Durante una cura omeopatica, viene consigliato di evitare le sostanze volatili e aromatiche, quali appunto sono la menta, il caffè, il tè, la camomilla, l'aceto, la cui azione può contrastare quella dei medicamenti prescritti.

Nessuna ricetta tipo

L'ammalato che si reca a consultare per la prima volta un medico omeopatico stupisce nel vedersi sottoposto anzi tutto ad un interrogatorio preciso e ad un esame generale completo quali vengono praticati dagli altri medici. L'omeopata gli rivolge però domande che non sembrano in rapporto con la sua malattia, ma che tentano di stabilire una relazione di discendenza fra il suo stato attuale e il suo passato patologico.

Ciò che più sorprende l'infermo è la quantità di domande concernenti le modalità dei suoi disturbi: ha dolori?; i dolori si aggravano o si alleviano col caldo o col freddo, col moto o col riposo, col giorno o con la notte, con la stagione calda o quella fredda? Si insiste poi, spesso, sulla *lateralità* dei sintomi; se alla destra o alla sinistra; giacchè i primi potranno suggerire medicinali differenti dagli altri. I sintomi psicologici (irritabilità, malinconia, agitazione) sono infine considerati di primaria importanza.

Con l'aiuto di tutti questi elementi si giunge a individuare il *simillimum*, medicamento che con il complesso dei suoi segni *coprirà* tutti i sintomi presentati dall'ammalato. Il medico che sia abbastanza abile per determinarlo ottiene spesso risultati veramente ottimi; ma ciò accade di rado ed egli è costretto a sovrapporre vari medicamenti per giungere a coprire tutti i sintomi.

La conclusione di quanto precede è che riesce difficile prescrivere una ricetta precisa per una malattia precisamente determinata. Ma non hanno ammonito spesso i grandi maestri della medicina allopatica che « non vi sono malattie; vi sono soltanto ammalati »? Gli omeopatici lo confermano ogni giorno ricorrendo a prescrizioni terapeutiche strettamente adattate allo stato di coloro che ne chiedono il consulto; e così sono stati indotti, per far corrispondere rigorosamente i medicamenti con i sintomi, a classificarli in medicamenti funzionali, costituzionali e *di drenaggio*; in via accessoria si useranno i *nosodi*, o *excreta* patologici, e i medicinali isopatici.

I medicamenti funzionali

Questi rappresentano la parte più vasta della materia medica; si rivolgono a disturbi precisi, che interessano talora organi fra loro lontani, ma spesso di uguale origine embriologica.

Il medicamento funzionale è essenzialmente sintomatico. Così la *camomilla* viene somministrata al bimbo irascibile, instabile, che si calma quando sia preso in braccio e che presenta un piccolo segno curioso: una guancia più rossa dell'altra.

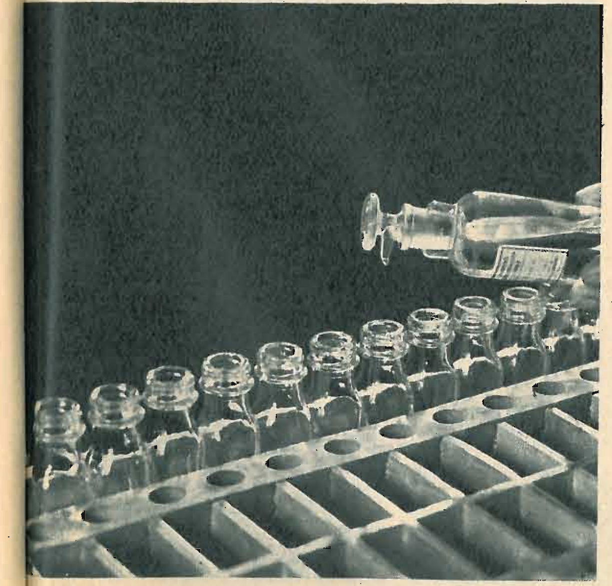
L'omeopatia è quindi fondata sulla attentissima, minuziosa osservazione del malato e da Hahnemann in poi questa regola non ha mai cessato di essere seguita rigorosamente.

I medicamenti costituzionali

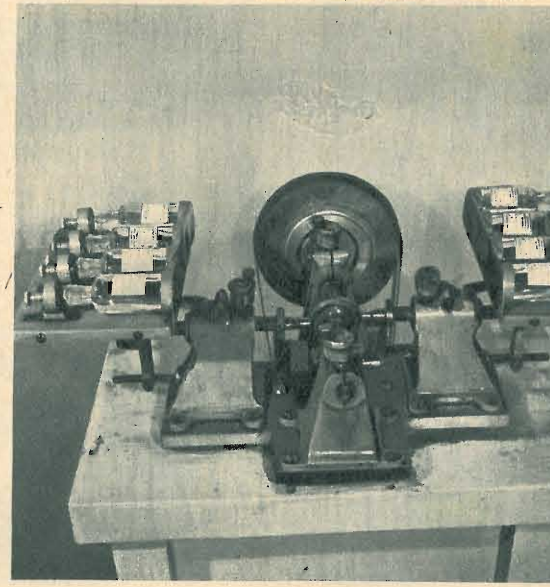
Quando la terapia si limita all'uso di medicamenti funzionali, si ha spesso la sorpresa di osservare, dopo un miglioramento assai rapido, che la guarigione non persiste: la terapia funzionale va allora sostenuta mediante un'altra *di fondo*. Questa sarà talora un semplice medicamento funzionale ad alta diluzione, per lo più un sale di calcio molto diluito: carbonato, fosfato o cloruro, in relazione con la costituzione dell'ammalato.

È infatti impossibile usare la medicina omeopatica se non si tiene conto, in modo assai preciso, delle *nozioni di terreno*, vale a dire, per ogni individuo, della costituzione e del temperamento.

Il numero di gocce necessario viene introdotto in ogni boccetta, che si riempie con alcool a 40°.



Le boccette vengono agitate per un minuto mediante agitatori, al fine di favorire la dinamizzazione.



I - La COSTITUZIONE è uno stato invariabile dovuto alle proporzioni di carbonato, fosfato e fluoruro di calcio contenuto nello scheletro.

Il *carbonico* è il tipo caratterizzato dal predominio del carbonato di calcio; è un individuo con scheletro resistente, articolazioni forti, unghie quadrate, sviluppato in larghezza; è difficile fargli stendere le braccia e questo indizio è importantissimo per gli omeopatici. Esso costituirebbe, secondo alcuni, il tipo perfetto, di cui i due seguenti sarebbero una degenerazione. Il *carbonico* si ammalerà di rado e, quando si ammali, sarà colpito dalle forme più passeggere, meno gravi e meglio circoscritte.

Il *fosforico* è invece un longilineo con scheletro fragile, articolazioni sottili, mani lunghe, unghie a mandorla; egli può stendere completamente l'avambraccio. In questo tipo, la tubercolosi trova il miglior terreno e si riscontrano le forme acute ipertermiche, facilmente bilaterali.

Nel *fluorico* si osserva di solito uno scheletro irregolare, con articolazioni iperestensibili, unghie malleabili e disturbi nella formazione dentale. Si tratta spesso di eredosifilitici che oppongono buona difesa al bacillo della tubercolosi, poichè una loro caratteristica principale è di limitare le lesioni mediante fenomeni di sclerosi.

II - Il TEMPERAMENTO è invece uno stato variabile, basato sul metabolismo dei principali elementi costituenti del corpo umano: idrogeno, carbonio, ossigeno, azoto.

L'*idrogenoide* ha un eccesso d'idrogeno, quindi di acqua: è il reumatico cellulitico, ipersensibile all'umidità e alle variazioni meteorologiche.

L'*ossigenoide* ha invece ricambi attivati; è spesso un ipertiroideo magro ed agitato.

Infine il *carbo-nitrogenoide* costituisce un tipo più debole, autointossicato, e può presentare perciò le manifestazioni patologiche più varie, talora gravi, tra le quali è da annoverare l'asma.

I medicamenti di drenaggio

Infine, una nozione indispensabile per una efficace pratica dell'omeopatia è il *drenaggio*: il rimedio funzionale e soprattutto quello di fondo liberano infatti dall'organismo alcune tossine assai nocive, che possono provocare un aggravamento duraturo o momentaneo, in questo caso più compromettente per il buon nome del medico che non per la salute del soggetto. Per evitare inconvenienti di questo genere, occorre *drenare*, ossia eliminare le tossine.

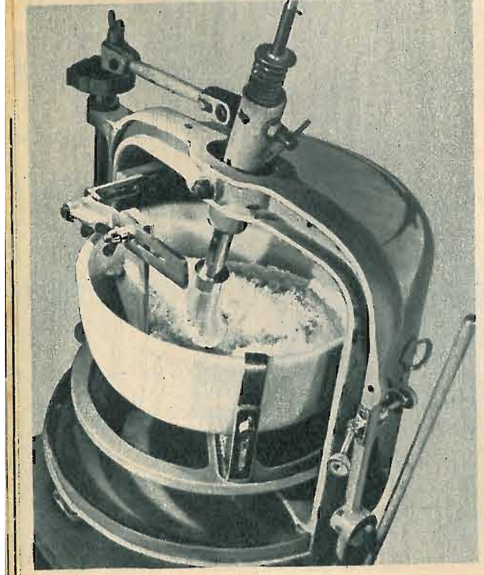
A questo scopo si uniranno alle prescrizioni taluni medicinali come la *pulsatilla*, la *solidago* che si potrebbero quasi chiamare eliminatori universali, o come il *chelidonium* per il fegato, il *berberis* per l'apparato urinario, l'*hamamelis virginiana*, emostatico, per il sistema venoso.

I nosodi e l'isoterapia

S'impiegano poi i prodoti escretivi dell'ammalato (isoterapia), o prodotti patologici di origine diversa (nosodi), per coronare il trattamento omeopatico, agendo profondamente sull'organismo dopo un'adatta azione di drenaggio. Si usano così il *syphilinum*, il *pyrogenium* (estratto di cadavere in decomposizione), lo *psorinum* (estratto di pustola scabbiosa) a diluzioni elevatissime. Le tossine microbiche saranno impiegate allo stesso modo: stafilococchi, bacterium coli, streptococchi, e soprattutto le *tubercoline*.

Infine, si può praticare un'autoisoterapia sanguigna, somministrando al soggetto un preparato molto diluito del proprio sangue.

Triturazione delle sostanze insolubili con zucchero di latte.



Distillazione dell'acqua e dell'alcool destinati a diluire le sostanze solubili.



Preparazione di granuli di lattosio mediante un granulatore.



Relazioni fra i medicinali

Come usare i medicinali omeopatici, già così numerosi, tenendo conto di tutte le regole che abbiamo sommariamente enunciato? La pratica dell'omeopatia sarà agevolata dalle relazioni esistenti fra i medicinali; essi infatti possono essere complementari od incompatibili.

I rimedi omeopatici fanno tutti parte, più o meno, di una *serie*; citeremo ad esempio la serie tubercolinica, in cui un certo numero di medicamenti somministrati giudiziosamente giungono finalmente al nosodo, che è una tubercolina, e la serie sifilitica.

Le incompatibilità non saranno precisamente nè d'ordine fisico nè di natura chimica e sovviene ad indicarle il buon senso. È infatti inopportuno prescrivere insieme due medicine di cui una, ad esempio, ha modalità di aggravamento per il caldo, l'altra per il freddo.

L'applicazione delle sostanze omeopatiche viene inoltre resa più agevole dall'esistenza dei cosiddetti *policresti* (dal greco *polys*, molto e *chrestos*, potente, utile); sono medicinali che si trovano con straordinaria frequenza in tutte le prescrizioni, e la loro profonda conoscenza basterebbe già per poter formulare la maggior parte delle ricette omeopatiche. Ne esiste una trentina; le più note sono: *arsenicum album, bryonia, china, ignatia, lycopodium, nux vomica, phosphorus, pulsatilla, silicea, sulfur, thuya, ecc.*

Unicisti e complessisti

Alcuni medici omeopatici prescrivono un *unico* medicamento; sono però rari. La maggior parte suole indicare tre o quattro sostanze insieme per *coprire* tutti i sintomi, taluni usano formule composte per facilitare la somministrazione di parecchi medicinali. Alcuni preferiscono i medicamenti ad altissima diluzione; altri invece pensano che siano attive le sole basse e medie diluzioni. In linea generale, occorre mettere in conto che le basse diluzioni hanno azione breve nei casi acuti; quelle medie, un'azione più lunga nei sintomi già cronici; e le altre diluzioni, un'azione profonda e duratura.

Il problema delle altissime diluizioni

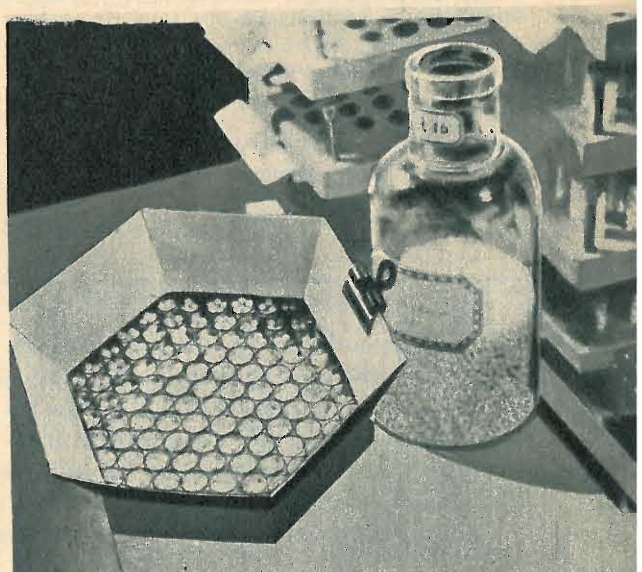
Comunque, l'omeopatia presenta ancora molti lati affatto misteriosi, in particolare l'efficacia delle altissime diluzioni.

È evidente, ad esempio, che la trentesima centesimale hahnemanniana, dose talora prescritta dagli omeopatici, dovrebbe contenere teoricamente una quantità di sostanza attiva 10^{60} volte minore della tintura madre corrispondente. Ora, è noto dalla chimica classica che una *molecola-grammo* di sostanza pura (ad esempio 58,5 g di cloruro di sodio), contiene soltanto 6×10^{23} molecole (il cosiddetto *numero di Avogadro*, in onore del grande chimico italiano), essendo ciascuna di esse indivisibile senza la conseguente modificazione della sua natura chimica. Un calcolo elementarissimo mostrerebbe quindi che *se la diluzione fosse stata eseguita in modo perfetto*, supponendo che la soluzione iniziale contenesse una molecola-grammo di sostanza per litro, 1 cc del decimo-centesimale non contiene, in *media*, più di 6 molecole indivisibili della sostanza attiva, mentre 1 cc dell'undicesima-centesimale ha soltanto 6 probabilità su 100 di contenere una sola molecola di sostanza; e questa già minima probabilità viene ancora divisa per 100 ogni volta che si passa alla diluzione superiore. In altri

Si trasformano i grani di zucchero in granuli attivi impregnandoli nella diluzione omeopatica.



I granuli, conservati in barattoli, vengono chiusi in tubetti per essere quindi immessi al consumo.



termini, un'alta diluzione omeopatica non conterrebbe altro che acqua pura...

I più perfetti metodi di analisi chimica non permettono di osservare la presenza di una sostanza disciolta oltre la sesta diluzione centesimale. A questa obiezione, gli omeopatici rispondono che un ragionamento di carattere statistico non è applicabile a dosi imponderabili e che i metodi di analisi chimica sono meno sensibili dell'organismo vivente. Ed invocano il buon esito delle cure come prova tangibile dell'efficacia della terapia omeopatica.

Tuttavia un farmacista omeopatico francese, il Robiliart, nell'intento di verificare il rigore delle leggi di diluzione si è ora giovato del metodo più sensibile che oggi la scienza offre al fisico o al biologo per rivelare quantità imponderabili di sostanza. Si tratta dell'impiego degli *isotopi radioattivi*. Avendo preparato, nel Laboratorio Pierre Curie di Parigi, successive diluzioni di radiobromuro potassico, egli è riuscito a precipitarle sotto forma di radiobromuro d'argento, che ha poi dosato mediante il contatore di Geiger. Egli ha così accertato che « ...data la regolarità con cui avviene la deconcentrazione, bisogna ammettere che il metodo di Hahnemann, nel quale si usano boccette separate e una pipetta nuova per ogni passaggio, è un metodo esatto che fornisce diluzioni di titolo noto sino alla diciottesima diluzione decimale... È altresì verosimile — egli conclude — che il metodo sia applicabile anche oltre quel limite e che taluni liquidi usati nella terapia non contengono neppure più una sola molecola attiva. »

I risultati ottenuti studiando con lo stesso metodo le diluzioni preparate col processo Korsakoff sono stati assai più irregolari, sicchè alcuni omeopatici hanno deciso di limitarsi all'uso delle soluzioni hahnemanniane, senza superare la nona centesimale, oltre la quale la presenza della sostanza attiva non è più matematicamente nè sperimentalmente controllabile.

L'omeopatia veterinaria

Si è affermato da taluni che i casi di guarigione ottenuta mediante cure omeopatiche derivano semplicemente da reazioni dell'organismo, talvolta stimolate da un fenomeno di autosuggestione dell'ammalato.

A questa obiezione, gli omeopatici oppongono le guarigioni ottenute negli animali: Vittoz segnala di aver guarito, presso l'Istituto Pasteur di Nhatrang (Indocina), alcuni vitelli che presentavano verruche caratterizzate sul corpo, mediante somministrazione di tintura di tuia, di acido nitrico e di *causticum* (preparato a base di calce e di bisolfato potassico) a dose omeopatica (13 guarigioni, di cui sei complete, su 15 casi trattati). R. Bordet, applica la stessa cura a giovani cani affetti da numerose verruche alla bocca, con ottimi risultati; il dott. Bardoulat, dal canto suo, ha ottenuto un esito soddisfacente con il trattamento omeopatico dell'*influenza* nei bovini.

L'omeopatia nella medicina moderna

La maggioranza dei medici omeopatici (od omiopatici) accetta una scelta giudiziosa dei medicamenti allopatici; molti credono utile integrare l'effetto del trattamento mediante la riflessoterapia opportunamente applicata (agopuntura, ecc.).

Criticata dalla scuola ufficiale, l'omeopatia continua tuttavia a guadagnare terreno. Essa è comunemente praticata in Germania, Inghilterra, Spagna, Svizzera, Francia, Olanda; in Italia esistono numerosi medici, farmacie e ambulatori omeopatici, con una *associazione* che conta qualche centinaio di soci e una farmacopea omeopatica regolarmente approvata; gli Stati Uniti di America, vantano sviluppi della dottrina del « Sole di Meissen » molto maggiori che non altrove, con migliaia di medici, milioni di pazienti, numerosi ospedali, collegi medici e cattedre universitarie.

La dottrina attuale è rivolta a disporre di una materia medica sempre più precisa, liberata dalla farragine di nozioni errate che cominciava ad appesantirla. Si ricercano le proprietà di nuovi medicamenti a dose infinitesima e molto spesso gli omeopatici hanno preceduto i medici allopatici negli studi su determinate sostanze: ad esempio per il veleno del serpente *lachesis*. Infine, è cura costante il tener conto di tutte le nozioni apportate dalle scoperte moderne.

Gli effetti terapeutici davvero impressionanti dell'omeopatia hanno comunque permesso a quest'arte di alleviare i mali di pazienti che si credevano incurabili e di tener testa ai non pochi ed agguerriti oppositori che non sono mancati, dalla loro enunciazione, nè mancano tuttavia, alle dottrine del precursore della moderna farmacologia.

Per rispondere a numerose richieste che ci pervengono dai lettori, informiamo che, assieme al fascicolo 12 (gennaio 1950), sarà distribuito l'indice dei primi 11 fascicoli di *Scienza e Vita* • Alla fine dell'anno sarà anche allestita la copertina per la raccolta e la rilegatura dei detti undici fascicoli costituenti la prima annata (1949) e ne verrà comunicato in tempo il prezzo, in modo da consentire agli abbonati ed ai lettori di provvedere alla necessaria prenotazione presso gli uffici della Rivista (Roma, piazza Madama 8).

Una invisibile tecnica

IL RUMORISTA CREATORE DI ILLUSIONI

I tecnici del rumore del cinema e della radio, i rumoristi, si valgono quasi sempre di mezzi molto semplici e primitivi, ma poichè ad essi non manca mai una inesauribile ingegnosità, riescono a riprodurre artificiosamente i rumori con straordinaria efficacia, tanto da raggiungere gli effetti ai quali mira il nuovo realismo.



In questo modo sullo schermo, infuria l'uragano.

IRRITANTI o piacevoli, secondo i casi, i rumori fanno parte della vita, e il silenzio assoluto dà un'impressione di soffocamento, paragonabile alla mancanza d'aria.

Il cinema, il teatro e la radio che, ciascuno nel proprio ambito, hanno la pretesa di rappresentare la vita, non possono perciò fare a meno del rumore. Da questo impegno è nato il *rumore* ossia la tecnica di riproduzione dei rumori, alla quale spetta il compito di integrare l'opera del regista, degli attori e degli operatori. Pur lavorando *dietro le quinte*, il *rumorista* è un collaboratore indispensabile: l'*antologia vivente dei suoni*, il *prestidigitatore del rumore*. È raro infatti che la registrazione dei rumori naturali produca un effetto *naturale* nella riproduzione sonora.

La colonna dei rumori

Si ricorre perciò ai rumori artificiali, al *rumore*. Nel cinema, questo procedimento è assolutamente necessario per i film stranieri che devono essere *doppiati* e che vengono esportati, generalmente, senza la *colonna del rumore*: mentre gli attori prestano la loro voce alle immagini mute (*Scienza e vita*, n. 7, pag. 410), il rumorista deve ricreare l'atmosfera del film originale (rumore di passi, di sedie smosse, di porte sbattute, di tumulti, di detonazioni ecc.).

Spesso, la colonna dei rumori è registrata a parte e nel missaggio deve essere coordinata con le altre, cioè con quelle del dialogo, della musica, ecc.

Qualche volta il *rumore* è necessario anche nella ripresa diretta dei film. In certe scene, e soprattutto in quelle esterne, può accadere che non sia possibile registrare il rumore, o perchè non si è fatto arrivare sul posto l'*auto della registrazione*, o perchè è necessario rinunziare ai rumori per non coprire la voce degli attori. Quando invece si gira un film in uno studio, occorre tener conto dell'apparato scenico; se, per esempio, gli attori camminano su un pavimento di amianto, come si possono ottenere i rumori autentici, che il pavimento stesso smorza? Bisogna evidentemente ricostruirli. Lo stesso accade quando il tecnico del suono ha dovuto attenuarli per lasciare in rilievo il dialogo. Quando si rivedono scene già girate, ci si accorge assai spesso come la parte sonora, che si credeva buona, sia invece assolutamente da scartare, siccome inefficace.

Non è però sempre necessario rifare tutti i rumori più comuni, come quello del vento, del brusio della folla, ecc.; essi si trovano già pronti nella cineteca o, per la radio, nella discoteca.

Occorre creare l'ambiente

Nella radio i rumori sono indispensabili per creare l'atmosfera di qualsiasi azione, lavoro teatrale o evocazione storica. L'arte radiofonica infatti si rivolge, direttamente ed esclusivamente, all'udito dell'ascoltatore e deve perciò aiutare e guidare la sua immaginazione creando, a questo scopo, un ambiente, che sia il più perfetto possibile. Nulla si vede e tutto si ode: questo, il principio da applicare; naturalmente occorre evitare gli eccessi, giacchè il senso critico dell'ascoltatore, che non è, come nella visione cinematografica, per nulla distratto dall'immagine, si fa più vigile e più esigente.

Dare ai rumori il senso dell'autenticità, senza riprodurli allo schietto *naturale*, è impresa non facile. Si vuole che essi contribuiscano effettiva-



Imitazione del fruscìo delle vesti, durante una scena di ballo.



Alcuni tubi di metallo bastano per la perfetta illusione dello scampanio.



Cavallo al galoppo? Battersi il petto colle mani inguantate.

mente al buon esito della trasmissione e che, pur nascondendogli i trucchi di volta in volta adottati, non deludano il pubblico.

Per il *rumore*, in cui tutto è convenzionale, non esistono regole fisse. Pur esistendo un *repertorio* di rumori al quale si ricorre in determinati casi, molto spesso si è costretti a cercare, creare o inventare nuovi modi di riprodurre un rumore al vivo. Non si creda, ad es., che per riprodurre il rumore della rottura di una bottiglia basti romperne una davanti al microfono. Il rumorista sa che ci sono rumori imitati migliori di quelli reali e la sua tecnica si arricchisce continuamente di novità, poichè gli capita spesso di dover riprodurre un rumore bizzarro o inconsueto, talchè gli occorre di fare affidamento sulla propria immaginazione fonica.

Per il tecnico del rumore, una sola legge fondamentale: il *sincronismo*. Si potrebbe quasi affermare, anche se ciò sembri un paradosso, che il rumore in se stesso non conta; conta soprattutto la sua funzionale *tempestività*. Nel cinema, il rumorista prende nota dei successivi rumori che dovrà eseguire in un tempo brevissimo, ossia in 1/24 di secondo, che è la durata di un'immagine; sono per ciò indispensabili una memoria, sia visiva sia uditiva, esercitata e affinata da una lunga pratica, nonchè riflessi prontissimi.

Come lavora il rumorista

Vedere all'opera un rumorista è come assistere ad uno spettacolo curioso e divertente. Egli entra nello studio, portando sempre con sè una o più valigie: il contenuto non è molto diverso dai ferrivecchi che i rigatteri espongono a Campo dei Fiori. Sono accessori di ogni genere impensato: giocattoli per bambini, noci di cocco, ghiaia, scope, sabbia, sonagli, macinini da caffè, catene di metallo, selci, carta vetrata, cellofane, vecchie paia di scarpe, raganelle, ecc.

Evidentemente, non di tutto questo materiale egli avrà sempre bisogno, ma l'esperienza gli insegna che deve prevedere tutto e quindi avere sottomano quanto potrebbe occorrergli impensatamente.

Anzitutto il rumorista deve vedere il film sia muto sia parlato. In questo caso ascolta la colonna sonora originale, individua i rumori, poi dispone presso il microfono, su una tavola, i diversi oggetti che di volta in volta adopererà provando e riprovando con instancabile pazienza.

Egli lavora in stretta cooperazione col tecnico del suono che, dalla sua cabina, ascolta tutti i rumori, sia per segnalare al rumorista a quale distanza dal microfono egli deve collocarsi, sia per scegliere il rumore che gli pare più adatto fra i tanti provati dal rumorista.

4 strumenti per il rumore di una carrozzella sulla ghiaia.



Con i birilli si può imitare molto bene il fruscìo di una stuoia agitata.



Il crepitio d'un camino o d'un incendio s'imita con cellofane.



Per imitare, ad es., il rumore di un bicchiere posato sulla tavola, il rumorista ne prende uno e fa lo stesso atto, ma senza effetto. Egli cerca allora, anche all'infuori del suo bagaglio, nello studio, ciò che potrebbe giovargli e... prova. A un tratto, gli giunge la voce del tecnico del suono: « Ecco. Imbroccata. Facciamo questo ». Il rumorista aveva semplicemente battuto su un estintore d'incendio appeso a una parete dello studio.

Il pubblico è sempre curioso dei segreti del *trucco*, magari per poterne fare poi sfoggio fra gli amici. Purtroppo i *rumoristi* sono piuttosto reticenti e gelosissimi delle loro trovate. Pure ne possiamo indicare qualcuna tra le più singolari, note, al più, ai rumoristi ma non agli ascoltatori della radio o agli spettatori dei cinema.

Rumori classici, soluzioni impreviste

Il rumore degli zoccoli d'un cavallo attaccato a una carrozza (che naturalmente dev'essere sincronizzato con l'andatura) viene imitato con noci di cocco; per il cavallo al galoppo, il rumorista si batte il petto con le mani inguantate.

Per imitare il rumore di un carretto che passa sulla ghiaia, basta saltellare sulla sedia, scuotendo catene e sonagli portati intorno al collo e sulle spalle, e girare allo stesso tempo un macinino da caffè per dare l'illusione della ghiaia.

Per il vento, si maneggiano, come a sgualcirli, ma senza stringere troppo, fogli di carta; un foglio di cellofane, maneggiato allo stesso modo, imita perfettamente l'insistente crepitare delle fiamme.

I mezzi più semplici sono spesso i migliori: dovendo riprodurre il cigolio di un paranco di nave, dopo avere tentato invano con una vera puleggia, un rumorista l'imitò alla perfezione con la bocca, la quale spesso sovviene in mancanza di meglio. Nella scena di una zuffa, un attore rompeva una bottiglia sulla testa dell'antagonista: dopo un'ora di prove il *rumore* più adeguato potè essere ottenuto spezzando un pezzo di vetro sull'orlo della tavola.

In uno studio, non si riusciva a riprodurre certo crepitare di mitragliatrice. Un rumorista aveva tentato dapprima di trarsi d'impaccio con cartucce per pistola che, disposte in fila, venivano percosse rapidamente con un martelletto, come usa con il silofono. Le cartucce scoppiavano sì, ma il rumore non era quello desiderato e per giunta l'aria dopo varie prove diventava irrespirabile. Una semplice scatola di fiammiferi svedesi mezzo vuota, agitata rapidissimamente, riproduceva molto bene lo sgranare della mitragliatrice.

Per il rumore che fa la risacca sulla riva del mare, si ricorre generalmente alla carta vetrata. Ma una volta che quest'espediente non parve il migliore, il regista, essendosi accorto che un suo collaboratore aveva una barba di due giorni, azzardò un esperimento: quando, nell'immediata vicinanza del microfono, questo collaboratore si strofinava le mani sulle guance, si udiva il leggero mormorio delle onde, quale appunto era desiderato.

Nella radio italiana si è ricorsi per imitare la risacca a un grosso tamburo e a... due manciate di ceci secchi, fatte scorrere di continuo nell'interno dello strumento opportunamente mosso.

In un'emissione radiofonica dedicata a Venezia, il rumorista accompagnava il commento ... lagunare, agitando una paletta in una catinella d'acqua per imitare lo sciabordio dei remi delle gondole sotto il Ponte dei Sospiri.

Non è sempre facile riprodurre lo scorrere dell'acqua da un rubinetto: per questo lo sciacquio di una bottiglia che si sta vuotando è troppo lento e talvolta è assai meglio... prendersi le guance fra le dita, tenendo la bocca semi aperta e agitare le guance secondo il ritmo del gorgoglio, soffiando dalla bocca.

Altre ricerche laboriose sono state fatte per imitare, nel volo di un aereo in picchiata, il fermarsi e la ripresa del motore: si è riusciti allo scopo, facendo urtare le pale di un ventilatore in moto contro il lembo di un biglietto di visita.

Qualche tempo fa, un gruppo di produttori decise di sonorizzare i film muti di Chaplin; molto lavoro e numerose difficoltà. Ad ottenere i rumori di tutte le *sciarlotterie* che si svolgono, come è noto, a getto continuo e rapido ci vollero non meno di tre specialisti per seguire ogni azione: cadute, calci, manate sul capo, testate, rumori di bottiglie e di vasellame, andatura e piroette di Charlot (per queste due ultime si dovette ricorrere rispettivamente ad uno strumento composto di due molle metalliche, usato generalmente per imitare le rane, e ad una raganella). Bisognò variare all'infinito i rumori di clacson, di gran-



Nel film, un cavallo salta un ostacolo. Il rumorista, davanti al microfono, batte sul proprio petto, con le mani inguantate, il ritmo del galoppo che dovrà essere sospeso nel momento preciso del salto.

cassa, di piatti, ecc., tutto a cadenza indiavolata, e per le molte volte che questa maschera del XX secolo cade in acqua i rumoristi hanno dovuto gettare altrettante volte un grosso mattone in un mastello d'acqua con tanta violenza che alla fine tutto lo studio fu inondato...

Ma essi non si potevano servire di questo mastello per riprodurre il rumore dell'inaffiatoio con cui Charlot inzuppava tutto e tutti intorno a sè. I rumoristi avevano un bell'arrovellarsi con l'immaginazione, finchè uno di essi non entrò nello studio trionfante e felice recando una bicicletta. L'espediente era semplice: bastava sgonfiare le camere d'aria delle ruote, davanti al microfono; ma poichè la scena era lunga, tutti i rumoristi dovettero a vicenda continuare il rumore con la bocca, per molto tempo ancora.

I cineasti, i radiocronisti, i rumoristi sono non di rado messi di fronte a risultati inattesi.

Se, in un documentario, si vogliono registrare i rumori *reali*, si va incontro spesso a delusioni. Ricordiamo per esempio le esperienze atomiche di Bikini. Il rumore naturale registrato risultò tanto impari all'effetto previsto, che fu necessario rifarlo tutto daccapo.

Un'altra esperienza caratteristica è quella di un radiocronista che, durante la guerra, tornava dall'aver ripreso una cronaca dall'auto cabina di registrazione. All'improvviso, egli udì in piena campagna, il sibilo di una V2; fece fermare l'auto, scese con microfono e filo e si appostò a qualche metro di distanza; cominciò a commentare ciò che vedeva, poi si produsse un'esplosione di straordinaria violenza, per fortuna senza danno per il cronista, nonostante la vicinanza del punto di caduta. Ritornato allo studio in città, egli annunziò gongolante di possedere un documento sensazionale. Il disco passò nella cabina di audizione, e... tutto si ridusse a un lievissimo rumore, assolutamente insignificante... Ma poichè il documento era davvero notevole, e il sibilo della V2 non poteva mancare, il documento stesso ebbe il suggello dell'autenticità con una indovinata... imitazione del *reale* sibilo fatta da un rumorista che probabilmente non aveva mai udito una V2.

Così, grazie a un modesto tecnico, che s'ingegna di supplire alle lacune dell'arte e della natura, molto spesso i particolari che la tecnica di ripresa diretta non può registrare efficacemente sono colti con artifici atti a creare una suggestione della realtà, più efficace della realtà stessa. E non è questo il modo con cui si esprimono il cinema e la radio quando tendono all'arte, quando tendono al realismo ora in gran voga?

Quale è la giusta?

Per ciascuna fra le domande seguenti, che riguardano gli sforzi fisici degli sportivi proponiamo o due o tre risposte. Chi sa dire qual è la giusta?

1 Dopo quale, tra le seguenti prove, il polso di un podista è più celere? A: dopo 100 metri;; B: dopo 400; C: dopo 3 000 metri.

2 Dopo 100 metri, in quanto tempo il polso del corridore ritorna normale? A: 15 minuti; B: 1 ora; C: 2 ore.

3 Dopo i 400 metri, in quanto tempo il polso ridiventa normale in un podista? A: 15 minuti; B: 2 ore; C: 8 ore.

4 Fra queste due prove podistiche quale provoca un maggiore aumento della pressione arteriosa? A: il percorso di 1 500 metri; B: il percorso di 3000 metri.

5 Da che cosa dipende la rapidità dei movimenti degli arti? A: dall'elasticità dei muscoli; B: dalla prontezza con la quale il cervello trasmette i comandi.

6 Un uomo può vincere un cavallo alla corsa? A: sì; B: no.

7 Chi fa il salto più alto? A: l'uomo; B: il cavallo.

8 Chi fa il salto più lungo? A: l'uomo; B: il cavallo.

9 A quale temperatura è più efficace la goccia per lo sportivo? A: calda; B: fredda; C: tiepida.

10 Poichè 225 parti di glucosio e 100 di grasso producono la stessa quantità di calore, quale delle due sostanze è più indicata per lo sportivo? A: il glucosio; B: i grassi.

11 In quale, dei seguenti sport, il pallone è più pesante? A: nel calcio; B: nell'handball; C: nella palla a canestro.

12 Quale è lo sport a squadre in cui il polso medio dei giocatori si accelera di più? A: il rugby; B: il canottaggio; C: il calcio.

Le risposte si trovano a pagina 732

Si pregano i lettori che desiderano abbonarsi a *Scienza e Vita* o avere numeri arretrati della rivista stessa, o comunque chiarimenti al riguardo, di rivolgersi direttamente, e ciò per risparmio di tempo e di spese postali, alla:
Amministrazione di *Scienza e Vita* - Piazza Carlo Erba 6 - Milano

BATTERIE DI VITA LUNGA E ACCUMULATORI STAGNI

Gli elementi dei nuovi accumulatori elettrici al ferro-nichel e al cadmio-nichel eliminano in buona parte gli inconvenienti dell'eccessivo peso e della breve durata, che sono propri del classico accumulatore al piombo, e consentono più numerose applicazioni. Di più, gli accumulatori stagni, che derivano generalmente da quelli al cadmio-nichel, e non abbisognano di manutenzione, potranno sostituire efficacemente le comuni pile a secco.

OGGI, gli accumulatori di uso universale nell'industria sono quelli al piombo nei quali l'elettrolito è costituito da una soluzione in acqua distillata di acido solforico, mentre la materia attiva è l'ossido di piombo fissato nelle celle dell'elettrodo positivo, costruito a forma di griglia, e il piombo spugnoso sulle piastre negative.

Nel periodo di scarica si produce una *doppia solfatazione*, dovuta all'elettrolito, del piombo e dell'ossido di piombo; durante la carica, piombo e ossido di piombo tornano a formarsi rispettivamente sulle piastre (o *placche*) negative e positive, sicchè *la concentrazione dell'elettrolito varia*. D'altronde, proprio dal valore raggiunto da questa concentrazione e insieme dalla formazione di bolle gasose sugli elettrodi, si ha un'indizio della fine della carica.

L'accumulatore al piombo viene soprattutto adottato per la sua semplicità e per il suo costo, relativamente basso; i valori del rendimento in quantità di elettricità sono in media del $90 \div 95\%$ e i rendimenti in energia del $70 \div 80\%$; la tensione per elemento è relativamente elevata (intorno ai 2 V); la tensione di scarica è assai costante; la resistenza interna, piuttosto bassa.

Di fronte a questi vantaggi pratici, l'elemento presenta però alcuni gravissimi inconvenienti:

1°) il rendimento non è costante, giacchè dipende molto dal regime di scarica (in numerose applicazioni è necessario usare correnti di scarica più intense della media teorica);

2°) a lungo andare, la solfatazione anormale dell'elettrodo negativo e persino di quello positivo è un inconveniente quasi inevitabile e si manifesta allorchè la batteria rimane inattiva. Per ritardare la solfatazione occorre mantenere l'accumulatore costantemente carico (ciò che significa ricaricarlo all'incirca ogni due mesi), quando non si voglia vuotare completamente il recipiente e asciugare le piastre;

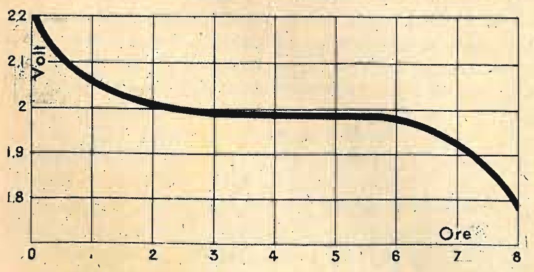
3°) la resistenza meccanica è piuttosto deficiente, giacchè la griglia in cui si trova la materia attiva si ossida e si disgrega a poco a poco; la sostanza stessa cade allora, più o meno rapidamente sul fondo, e può provocare corti circuiti che pongono l'elemento fuori uso;

4°) nelle reazioni si ha la continua formazione di gas, idrogeno e ossigeno, che trasportano vapori acidi i quali corrodono morsetti e contatti; occorre quindi aggiungere ogni tanto acqua, e anche acido (ma molto meno frequentemente). Infine, quando le batterie sono, come in genere, composte da numerosi elementi in serie, sussiste sempre il pericolo che si producano correnti vaganti parassite.

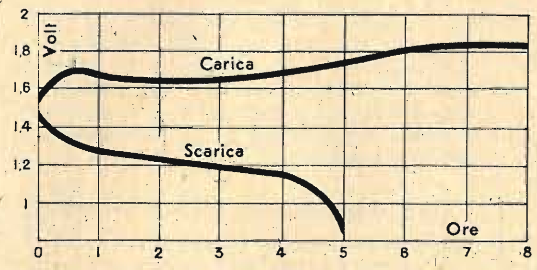
Per tutte queste ragioni, l'accumulatore al piombo, nemmeno coi perfezionamenti conseguiti, può assicurare un lungo servizio: solo qualche centinaio di cariche e scariche.

Accumulatore a elettrolito invariabile

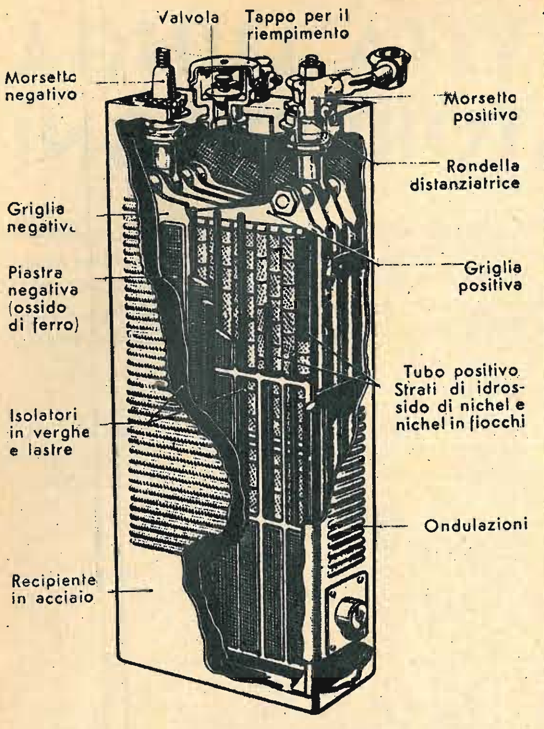
Esiste una seconda grande categoria di accumulatori, tuttavia meno diffusi. Il loro principio fondamentale è stato segnalato, sin dal marzo del 1899, dall'ingegnere svedese Waldemar Jungner e



Curva di scarica di accumulatore al piombo mediante la variazione della f. e. m. ottenuta a mano a mano che procede la scarica. Elementi di buon rendimento ma di rapido deterioramento.



Curva di carica e curva di scarica di un accumulatore al ferro-nichel. La tensione ai morsetti rimane sempre debole (1,3 V); la caduta di tensione varia soprattutto colla durata della scarica.



← Sezione d'accumulatore ferro-nichel
Accumulatore Edison ad elettrolito alcalino, di costruzione metallica molto robusta. L'elettrodo negativo - una piastra d'acciaio nichelato - contiene una miscela di ferro finemente suddiviso e di ossido di ferro; l'elettrodo positivo consta di tubi forati in acciaio nichelato, con strati sovrapposti d'idrossido di nichel e di nichel in fiocchi.

dal suo assistente Karl Ludwig Berg. Negli elementi di questo tipo, contrariamente a ciò che avviene nell'accumulatore al piombo, durante la carica e la scarica l'elettrolito non subisce praticamente modificazioni nella sua costituzione e nemmeno nella sua concentrazione. Esso assolve soprattutto il compito di conduttore di corrente fra i due elettrodi, talchè il suo volume può essere ridotto di molto. Generalmente, all'atto della scarica, vi è semplice ossidazione del catodo e riduzione dell'anodo; durante la carica si osservano azioni inverse: il fenomeno equivale perciò ad un semplice trasporto di ossigeno da un elettrodo all'altro.

L'elettrolito adottato non è più acido, ma alcalino (difatti questi accumulatori si chiamano anche *a elettrolito alcalino*) ed in teoria è possibile impiegare qualsiasi idrato solubile il cui radicale metallico possa decomporre l'acqua alla temperatura ordinaria. L'adozione del nichel per preparare le piastre positive, del ferro o del cadmio per quelle negative, era stata prevista fin dal gennaio 1901 da T. A. Edison.

La principale difficoltà consiste nel mantenere una buona conduttività degli elettrodi, poichè gli ossidi metallici, ad eccezione di quello d'argento, sono cattivi conduttori.

L'accumulatore al ferro-nichel

L'accumulatore Edison al ferro-nichel con elettrolito alcalino (brevettato nel 1901) è ormai di uso comune nell'industria; esso presenta il grande vantaggio di consentire una fabbricazione interamente meccanica. Il recipiente è di lamiera d'acciaio nichelato, con coperchio saldato; l'elettrolito è una soluzione di potassa caustica al 20%; le piastre sono montate a breve distanza le une dalle altre con separatori di ebanite.

L'elettrodo negativo è formato da una miscela di ferro, finemente suddiviso, e di ossido di mercurio che serve da conduttore e da catalizzatore. La materia attiva dell'elettrodo positivo è costituita da una serie di strati sovrapposti di idrossido di nichel e di nichel in fiocchi: questi ultimi assicurano il passaggio della corrente e possono essere sostituiti da grafite finemente macinata.

Poichè la tensione media di un elemento si aggira intorno a 1,23 V, inferiore quindi a quella dell'elemento al piombo, occorre un maggior numero di elementi per ottenere la medesima tensione. All'inizio della scarica, la tensione può raggiungere 1,45 V; essa scende del 30% all'incirca, mentre quella dell'accumulatore al piombo diminuisce solo del 16%. L'influenza della temperatura è minima; rilevante, invece, quella della rapidità della scarica.

La lunga durata degli elettrodi deriva dalla ridottissima precipitazione di materia attiva e dall'assenza di deformazione durante il funzionamento; l'abbassamento progressivo della capacità in funzione del numero delle scariche è assai ridotta: 15%, dopo 600 scariche.

La costruzione completamente meccanica di questo elemento, la natura dei telai, inattaccabili dall'elettrolito, consentono una grandissima resistenza meccanica e chimica. L'accumulatore può essere scaricato interamente e lasciato per un certo tempo a sè, senza subire deterioramento alcuno; basta poi una carica prolungata per ricondurlo allo stato normale.

Purtroppo, la costruzione di questo accumulatore è molto più costosa di quella dell'accumulatore al piombo; il rendimento in energia non supera il 50%, implicando un consumo supplementare di corrente; la resistenza interna è più alta, e questo inconveniente è senza dubbio grave in numerose applicazioni.

I gas si svolgono d'altronde, anche allo stato di riposo, specialmente sul catodo, e ciò spiega il basso rendimento e l'insufficiente conservazione della carica. La manutenzione è in certo modo complicata: è assolutamente necessario rinnovare di tanto in tanto l'elettrolito a causa della sua progressiva neutralizzazione, dovuta all'anidride carbonica; è inoltre difficile evitare la formazione di incrostazioni saline che danneggiano i morsetti.

Gli inconvenienti che abbiamo sopra descritto hanno impedito finora una estesa diffusione degli accumulatori al ferro-nichel, nonostante il vantaggio della lunghissima durata di conservazione delle piastre, la quale ne segna l'innegabile progresso sugli accumulatori al piombo.

L'elemento al cadmio-nichel

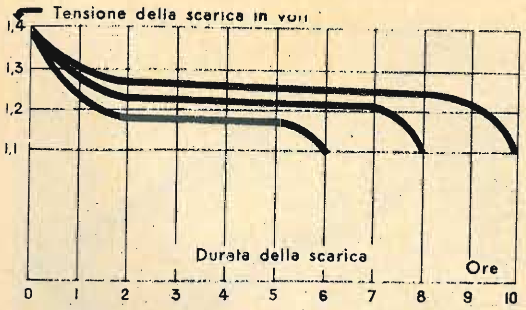
La categoria di accumulatori ad elettrolito costante comprende un altro tipo di elemento che, sebbene la sua idea iniziale risalga a molto tempo fa, ha potuto essere attuata nell'industria solo più recentemente. In esso, viene usato il cadmio invece del ferro.

Come primo esempio di un siffatto elemento, si può citare la coppia cadmio-ossido di rame brevettata nel 1906 da Edison. Poichè l'elettrolito non partecipa praticamente alle reazioni, la sua quantità può essere ridottissima; bastava perciò porre fra le piastre un sottile strato d'amianto impregnato di una soluzione al 10% di soda pura; la tensione media (0,35 V) e il rendimento erano tuttavia assai bassi.

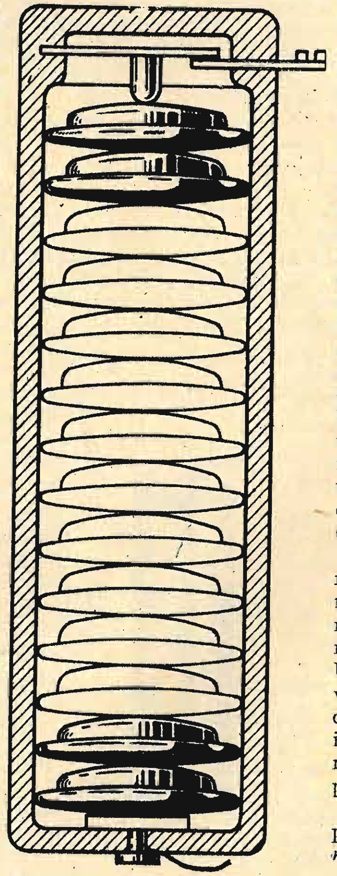
La combinazione cadmio-potassa-sesquiossido di nichel, in cui l'elettrodo negativo è a base di cadmio, permette di ottenere un elemento la cui capacità sia relativamente poco variabile al variare del regime di scarica.

L'accumulatore al cadmio-nichel, tuttora poco noto, presenta la maggior parte dei vantaggi degli elementi al ferro-nichel, senza averne gl'inconvenienti. La sua resistenza meccanica è infatti molto alta e la sua durata in servizio lunghissima (tanto che gli Americani hanno battezzato questi accumulatori col nome di *lifetime battery*, ossia *batteria che dura quanto la vita*); può inoltre essere conservato a piacere carico o scarico e non richiede manutenzione. La quantità di gas liberati durante la carica è molto inferiore a quella dell'accumulatore al ferro-nichel: è debole anche allo stato di riposo. Di conseguenza, il rendimento in energia è più alto e la conservazione della carica migliore che non nell'elemento ferro-nichel; la tensione è del pari più costante, benchè alquanto debole, e il funzionamento è sicuro anche nei periodi o nei climi di freddo più intenso.

D'altro canto, la resistenza interna è maggiore di quella dell'accumulatore al piombo; è ancora necessario rinnovare ogni tanto l'elettrolito a causa dell'assorbimento dell'anidride carbonica; lo sviluppo di gas seppure debole, sussiste, le incrostazioni saline e il deterioramento dei morsetti sono ridotti, ma non completamente eliminati. Ma soprattutto l'alto costo delle materie prime, cioè del cadmio e del nichel, e della lavorazione costituiscono i principali ostacoli alla diffusione di questo elemento.



Curve di scarica di un accumulatore al cadmio-nichel. La tensione ai morsetti è piuttosto debole; regolarità molto soddisfacente e anzi superiore a quella dell'accumulatore al ferro-nichel.



ACCUMULATORI STAGNI →
Sezione di una batteria di elementi di accumulatori stagni al cadmio-nichel. Le cellule, metalliche ed elastiche, completamente chiuse, sono disposte a pila. Al termine della carica, la deformazione di queste cellule per opera dei gas svolti internamente provoca l'interruzione automatica della corrente di carica.

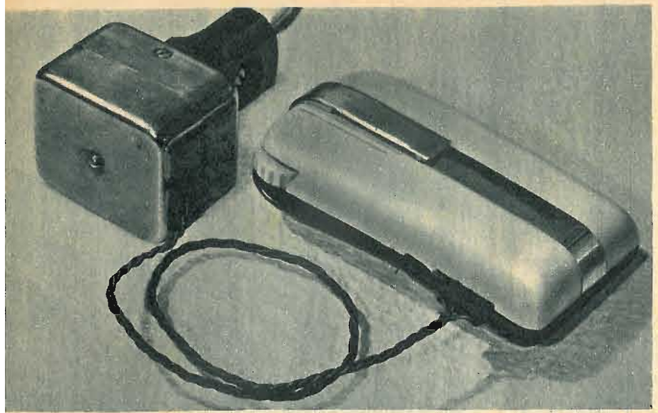
Applicazioni delle batterie a lunga durata

Benchè fra le batterie ad elettrolito costante solo l'accumulatore ferro-nichel di Edison sia stato oggetto di un vero e proprio sviluppo industriale, anche gli elementi nichel-cadmio vengono praticamente fabbricati in Europa da quasi quarant'anni.

Una batteria nichel-cadmio, in servizio sopra una locomotiva diesel svedese fin dal 1913, aveva consentito di ottenere senza inconvenienti più di 300.000 avviamenti. In virtù della loro grande resistenza alle vibrazioni, numerose batterie di questo tipo sono state adottate da motociclisti; e così l'attenzione dei tecnici sulle loro effettive possibilità di prestazione è stata richiamata da esigenze militari. Infatti, dopo avere equipaggiato i maggiori transatlantici moderni, la batteria cadmio-nichel è stata soprattutto usata durante la guerra per la sua sicurezza di funzionamento, in aerei, carri armati e sommergibili, come pure nell'apparecchiatura dei razzi e dei proiettili telecomandati (fra questi, specialmente il V2).

Inoltre, sempre durante la guerra, i servizi sperimentali americani sono stati indotti dall'interesse militare di queste batterie a promuovere l'impianto, negli Stati Uniti, di uno stabilimento esclusivamente adibito alla loro fabbricazione; in esso vengono studiati insieme tipi ultraridotti per apparecchi minimi e modelli giganti per locomotive Diesel.

Sotto il nome già citato, e prettamente americano, di *lifetime battery*, l'accumulatore nichel-



Astuccio per accumulatori a scatola cilindrica di acciaio, ermeticamente chiuso alle estremità.



Batteria di accumulatori al cadmio-nichel connessa con un apparecchio portatile di protesi auditiva.

cadmio è ormai vittoriosamente entrato nel campo industriale statunitense e l'utente d'Oltreoceano sembra abbia improvvisamente apprezzato i suoi vantaggi, peraltro già noti da quarant'anni. Le compagnie petrolifere sono state le prime ad usarlo poichè le batterie al piombo già impiegate per l'avviamento dei motori nei pozzi duravano pochi mesi, mentre quelle al cadmio assicurano un servizio regolare per vari anni, e perciò trovano applicazione con frequenza crescente negli aerei, nelle ferrovie, nei tram e nei telefoni. La durata in servizio come batteria per l'illuminazione e per l'avviamento dei motori diventa persino superiore a quella delle stesse automobili, poichè è in grado di funzionare per quindici o vent'anni; normalmente, può prestare utile servizio su una vettura per ben diciotto mesi consecutivi con un percorso complessivo di 60 000 km senza verifiche. Su motonavi a motore diesel, può durare parecchi anni, senza alcun controllo.

Questo tipo di batteria si presta d'altronde, non meno utilmente, ad applicazioni più modeste, ma anche più diffuse, come l'alimentazione delle lampadine tascabili, di apparecchi di illuminazione, di dispositivi fotografici, di radioricevitori portatili, di amplificatori per protesi auditiva ecc. ecc.

L'accumulatore stagno

Negli accumulatori descritti, la necessità di manutenzione, benchè ridotta al minimo, non è tuttavia completamente eliminata. Inoltre, il loro impiego è impossibile in apparecchi delicati che possano essere deteriorati da minime proiezioni di liquidi o dall'esalazione di gas corrosivi. Per questi usi, veniva fin ad ora adottata soltanto la cosiddetta *pila a secco,* nonostante i suoi molteplici difetti e il suo rapido esaurimento. Ma praticamente riuscirà di *sostituire* l'accumulatore con la pila a secco soltanto se verranno soddisfatte le seguenti condizioni:

— soppressione di qualsiasi manutenzione, salvo la carica;

— assenza totale di liberazione di gas o di fuoruscita di liquidi dal recipiente;

— assenza di correnti vaganti;

— impiego e carica semplificati al massimo;

— dimensioni dell'ordine di quelle delle pile a secco;

— spese di esercizio abbastanza tenui.

Una nuova soluzione, allo studio da molto tempo, è stata recentemente attuata da costruttori specializzati francesi: l'accumulatore stagno.

I suoi elementi appartengono in massima alla categoria degli accumulatori cadmio-nichel e ne posseggono tutti i vantaggi. Anche in questo caso si manifesta la liberazione di gas, ma in quantità notevolmente inferiore a quella degli accumulatori cadmio-nichel normali; inoltre questi gas, per azione di un catalizzatore, si ricombinano formando acqua entro un recipiente contenuto nel sistema a chiusura stagna. La quantità di elettrolito è limitata al volume strettamente necessario.

La batteria non richiede manutenzione, salvo una carica periodica normale che è facilissimo eseguire. Gli elementi delle batterie sono formati secondo un processo originalissimo, mediante piccole capsule metalliche, chiuse ed elastiche, disposte *a pila,* cioè l'una sull'altra, entro un cilindro metallico con un conveniente isolamento delle pareti.

La particolare costruzione delle batterie offre un vantaggio supplementare: *l'interruzione automatica della carica.* Siccome gli elementi sovrapposti, collocati in serie, sono elastici, ciascuno di essi si deforma leggermente in fine di carica sotto l'azione dei gas che si svolgono internamente. Queste deformazioni, sommandosi per effetto della sovrapposizione degli elementi, vengono messe a profitto in quanto agiscono su una leva solidale con un contatto a molla, che interrompe così la corrente; ciò permette all'utente di lasciare la batteria in carica senza sorveglianza di sorta.

Gli elementi costruiti comprendono una testata di sostanza plastica provvista di due connessioni, da usare: una per la carica, l'altra per la scarica; la durata di scarica a regime normale è all'incirca di 5 ÷ 6 ore.

Una prima batteria da 22,5 V, destinata ad alimentare il circuito di placca dei piccoli apparecchi elettronici, e in particolare degli apparecchi amplificatori per i sordi, è racchiusa in un cilindro d'acciaio di 18 mm di diametro, e di 55 mm di lunghezza; tutto l'insieme pesa solo 45 g; la capacità è di 20 mA/h, la resistenza press'a poco di 15 ohm; la corrente di carica normale, di 4 mA, la corrente di scarica massima di 4 mA.

Un'altra batteria, da 1,2 V, è destinata all'alimentazione dei filamenti. Di dimensioni uguali alla precedente, essa pesa 42 g; la capacità è di 650 mA/h e la resistenza di 0,1 Ω all'incirca; la corrente di carica massima è di 140 mA e quella di scarica massima di 100 mA.

La capacità è quasi indipendente dal regime di scarica, e queste batterie possono rimanere molto a lungo inattive, cariche o scariche, senza inconvenienti.

Grazie a questi pregi, il nuovo tipo di accumulatore può ormai essere applicato a qualsiasi apparecchio portatile che comprenda, in particolare, un amplificatore a valvole elettroniche di dimensioni ridotte. Indubbiamente, si tratta ancora di batterie di costo relativamente alto; il loro uso è quindi ancora riservato soltanto a certi casi speciali, nei quali la qualità debba far passare in seconda linea il prezzo di costo.



ACCUMULATORE MINIMO ➡
Batteria di accumulatori stagni da 1,2 V in un cilindro di 55 mm. In alto le connessioni + di carica e di scarica; in basso, la connessione (—) di scarica (Aglo).



Ai margini DELLA SCIENZA

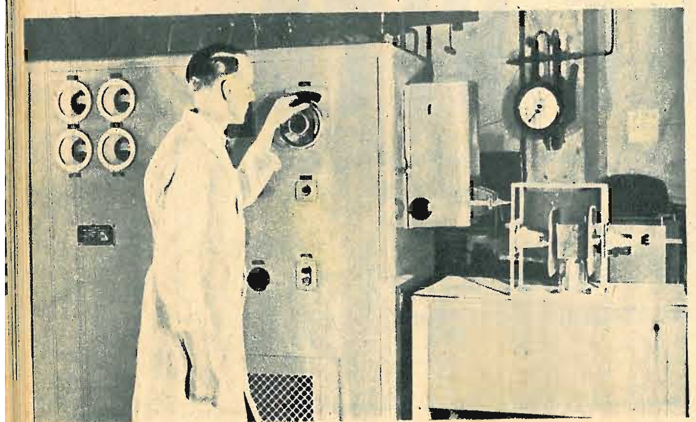
Misura lo spessore dell'inchiostro

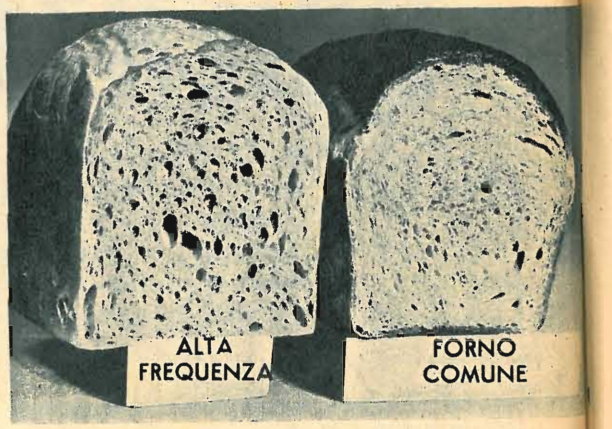
L'uso degli isotopi radioattivi come rivelatori ha permesso alla « Sun Chemical Corp. » di New York di risolvere originalmente un problema di considerevole importanza per il tipografo. Se si unisce all'inchiostro da stampa una soluzione titolata di pentacloruro di fosforo radioattivo, in pochi minuti è possibile misurare lo spessore dello strato d'inchiostro deposto sulla carta durante la stampa. Il fosforo radioattivo emette infatti elettroni che provocano scariche in un tubo di Geiger: dal numero dei colpi per minuto secondo, registrati da apposito contatore, si deduce il peso dell'inchiostro ripartito sulla superficie in esame.

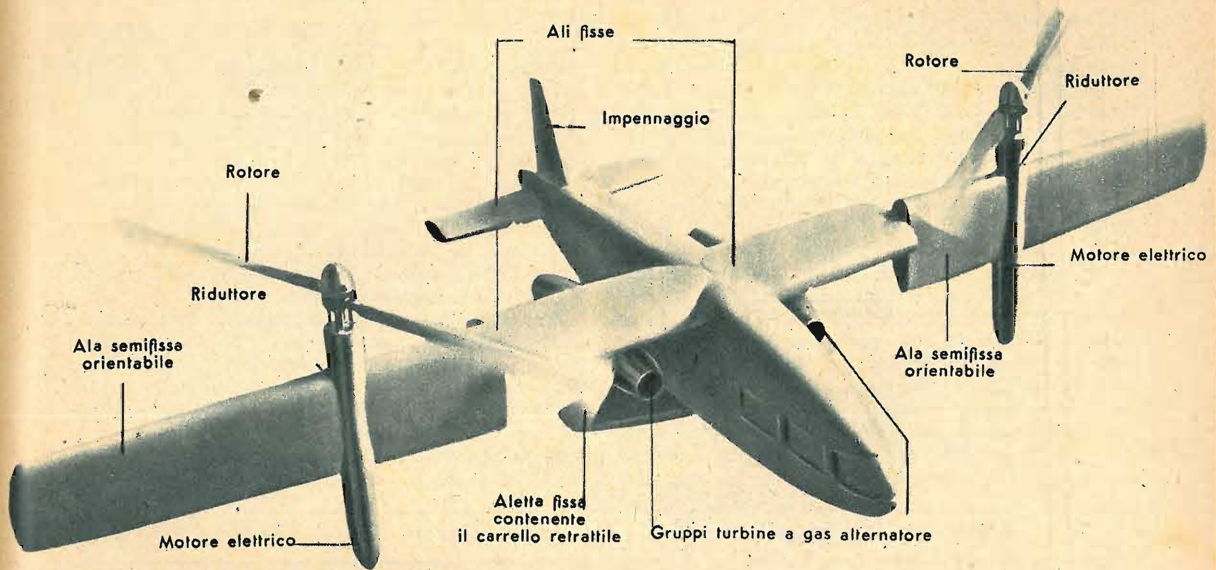


Pane senza crosta mediante riscaldamento diatermico ad a. f.

In questi ultimi anni, le applicazioni del riscaldamento mediante l'alta frequenza hanno fatto notevoli progressi nelle industrie alimentari. Qui ci riferiamo a prove di cottura del pane effettuate di recente in Inghilterra dalla « British General Electric ». Le fotografie mostrano l'aspetto di due pani, cotti l'uno in un forno consueto, l'altro mediante riscaldamento diatermico ad alta frequenza. Si osserva subito che il secondo non ha crosta, poichè l'energia delle onde non si sviluppa alla superficie, come nella cottura per irraggiamento, bensì nell'interno della massa. A questo scopo è stato usato un generatore ad a.f. da 5 kW, con l'aggiunta di un circuito elettrico compensatore per tener conto del cambiamento delle caratteristiche elettriche del pane durante la cottura. Il pane è posto in una forma di legno inserita fra gli elettrodi; la durata di cottura è all'incirca di 5 minuti.







Aeroplano ed elicottero insieme

L'ELICOPLANO

All'opposto dell'aeroplano, l'elicottero fa a meno di vasti campi di decollo e di atterraggio, ma vola lento e basso e perciò non può essere impiegato sulle linee aeree commerciali. L'elicoplano mira ad essere aeroplano in volo ed elicottero al suolo.

DATE LE velocità relativamente deboli e la bassa quota ch'essi raggiungono, non pare probabile che gli elicotteri possano sostituire definitivamente gli aeroplani a lungo percorso. Ma siccome questi ultimi sono vincolati all'esistenza di grandi aeroporti, destano sempre vivo interesse gli studi intesi a creare un aereo che riunisca le qualità dell'uno e dell'altro tipo; che sia cioè capace delle alte prestazioni dell'aeroplano ma possa in pari tempo rimanere immobile in volo e decollare od atterrare su un'area di limitata estensione.

Una soluzione efficace

La costruzione di un apparecchio a rotori orientabili, intermedio fra l'aeroplano e l'elicottero, è stata proposta da un inventore francese, il Giroz. Questo progetto ricorda d'altronde quello ideato due anni fa negli Stati Uniti da W. L. Le Page, pur distinguendosene per alcuni punti essenziali. Anzitutto, nel progetto Le Page, i soli rotori, posti alle estremità delle ali, erano orientabili intorno ad un asse trasversale, mentre nell'elicoplano Giroz ruotano le ali stesse che portano i rotori; si evita così che il loro estradosso ostacoli il libero deflusso dell'aria spostata dai rotori durante il funzionamento come elicottero.

L'autore ha creduto necessario alleggerire i fusi motori, mantenendoli abbastanza lontani dalla fusoliera perchè si possa equipaggiare l'apparecchio con rotori di grande diametro, senza di che esso non potrebbe funzionare come elicottero; questo alleggerimento diverrà possibile mediante il previsto impiego di una trasmissione elettrica. Esistono infatti oggi motori elettrici a regime spinto (15 000 ÷ 30 000 giri/min) che posseggono una potenza specifica assai elevata, fino a 0,250 kg/cav; anche aggiungendovi l'indispensabile riduttore con rapporto 1/100, a più treni d'ingranaggio epicicloidali, il loro peso risulterà tuttavia cinque o sei volte inferiore a quello di un motore termico della stessa potenza. Ne segue che nel progetto Giroz la massa più importante è costituita dai due gruppi generatori, posti ai due lati della fusoliera e comprendenti ciascuno una turbina a gas (situata nella parte posteriore del gruppo), accoppiata ad un alternatore di 400 ÷ 500 periodi il secondo.

Questo concetto di un apparecchio a doppio uso poneva numerosi problemi tecnici, come per esempio l'eliminazione degli sforzi giroscopici durante il cambiamento di orientazione dei rotori.

La maggiore difficoltà era però la seguente.

È possibile concepire un rotore capace di utilizzare con un rendimento aerodinamico accettabile la potenza dei motori, sia alle piccole veloci-

tà ascensionali dell'elicottero, sia alle grandi velocità di traslazione nel funzionamento come aeroplano?

La risposta è affermativa; infatti il rendimento aerodinamico di un'elica ad alto numero di giri è cattivo; la stessa potenza motrice verrebbe meglio utilizzata con un'elica di diametro maggiore. Questa sposta certo un maggior volume d'aria, ma per la minore velocità di rotazione essa imprime un minore aumento di velocità ai filetti d'aria che attraversano il disco delimitato dalle pale. Soltanto la debole distanza tra i fusi motori e il suolo, al momento del decollo e dell'atterraggio, e la loro vicinanza alla fusoliera principale, dovuta all'alto peso dei motori, si sono opposte finora all'aumento del diametro delle eliche; quest'ultimo rimaneva quindi limitato, negli aeroplani, a 4 o 5 metri.

Esiste tuttavia una differenza fondamentale fra le pale di un'elica di aeroplano e quelle di un motore di elicottero: è la variazione dell'incidenza lungo la pala, che deve essere notevole nelle prime e quasi nullo nelle seconde. Infatti, in un elicottero, la velocità ascensionale è trascurabile rispetto alla velocità di rotazione dei vari elementi di pala; conviene quindi dare alle pale una incidenza quasi costante sull'intera lunghezza; invece in un aeroplano ogni elemento di pala, mentre ruota intorno all'asse dell'elica, viene trascinato nel moto complessivo di traslazione dell'aeroplano; la direzione della velocità risultante varia con la distanza dall'asse dell'elica; si è così indotti a diminuire l'incidenza della pala a mano a mano che aumenta questa distanza.

Per ottenere questo cambiamento di conformazione delle pale secondo che l'apparecchio funzioni come elicottero o come aeroplano, l'inventore ha proposto di renderle deformabili durante il volo, mediante scomposizione in più elementi, con incidenza relativa variabile durante la rotazione. Inoltre, il passo (medio), è regolabile in volo, come in un aeroplano ordinario.

Nel n. 10, pag. 610, 2a colonna, riga 12, si legga, al proposito del numero degli allevamenti in Italia, 57 anzichè 27.

RISPOSTE ALLE DOMANDE DELLA PAGINA 724 1) B; il numero delle pulsazioni è di più di 200 dopo i 400 m; di 150÷160 dopo i 3 000 m; di 140÷160 dopo i 100 metri. — **2)** A; in un soggetto in buona forma, il ritorno alla calma avviene dopo un quarto d'ora. — **3)** C; otto ore e anche più. — **4)** B; i 3 000 m fanno salire la pressione arteriosa a 23÷25 e perfino 27 cm di mercurio, contro 20 dopo i 1 500 metri. — **5)** B. — **6)** Sì, ma soltanto su lunghissime distanze; benchè il cavallo acquisti vantaggio al principio, esso viene di solito raggiunto intorno al quarto giorno, ad oltre 200 chilometri. — **7)** B; primatista fu il capitano cileno Larraguibel sul suo cavallo Huaso che saltò 2,47 m, mentre il primato mondiale uomini, detenuto da Steers, è di 2,11 metri. — **8)** A; il primato, detenuto da Jesse Owens, è di 8,13 m, mentre il maggiore dell'esercito spagnolo Nogueras Marsuez, sul suo cavallo Balcamo, ha raggiunto solo 8 m precisi. — **9)** C; la doccia più salutare è quella tiepida (30oC), con durata di 3÷5 minuti, giacchè non provoca reazioni troppo forti. — **10)** A; il glucosio, perchè il muscolo che lavora brucia esclusivamente idrati di carbonio, che si trovano in abbondanza negli zuccheri (come pure in certi vegetali e nelle fecole) e solo in minima quantità nei grassi. — **11)** C; il pallone della pallacanestro pesa almeno 600 g, contro un minimo di 400 g per quello dell'handball e di 396 g per quello del calcio. — **12)** B; il polso dei rematori di un o t t o raggiunge in fin di corsa 180÷200. Nel rugby e nel calcio, esso è di 100÷130.

Hanno collaborato a questo numero: JEAN BERNADET, il dott. GEORGES BOUET, il prof. LINO BUSINCO dell'Istituto di Semeiotica dell'Università di Roma, il prof. LUCIO GIALANELLA vice direttore dell'Osservatorio Astronomico di Roma, il dott. JULES GIÈS, PIERRE HÉMARDINQUER, il dott. CARLO HERMANIN, il dott. ANDRÉE HUËT, il prof. FELICE JERACE dell'Istituto di igiene e dell'Università di Roma, JEAN LABADIÉ, il dott. ing. CARLO MOTTI, CAMILLE ROUGERON.

Direttore responsabile: Rafaele Contu

Società Edizioni Mondiali Scientifiche Editrice   Novissima - Roma   Reg. dal Tribunale C. e P. di Roma al n. 650 il 19-1-1949

SCIENZA E VITA PRATICA

ENCICLOPEDIA DI SCIENZA E VITA

Dal n. 12 (gennaio 1950), che verrà messo in vendita per Natale assieme agli indici dei primi 11 fascicoli (annata 1949), inizieremo la pubblicazione della « Enciclopedia di Scienza e Vita », che sarà parte integrante del testo e ne costituirà il necessario complemento e aggiornamento.

Le singole voci, redatte da noti specialisti, sempre in stile divulgativo ma tali da dare sia pure in breve le notizie e i concetti essenziali non facilmente reperibili nelle comuni enciclopedie, saranno ordinate, fascicolo per fascicolo, nella successione alfabetica; l'indice generale della intera annata della Rivista renderà poi agevole la consultazione di tutti gli argomenti trattati nelle varie puntate dell'« Enciclopedia di Scienza e Vita ».

MANUALI PER MOLTISSIMI

Si può trattare di ottimi professionisti, o studiosi approfonditi, ma ad essi non meno che ai curiosi e a quanti si iniziano ad una determinata disciplina, è diventata oramai indispensabile la consultazione frequente di manuali e di vademecum; il grande successo librario, il ripetersi delle edizioni di questi maneggevoli ma pur densi breviari, ne costituiscono d'altronde la prova più certa.

Fra queste opere ricordiamo, e crediamo così di far cosa gradita almeno ai nostri giovani lettori: il « Manuale dell'ingegnere civile e industriale » iniziato dal prof. ing. Giuseppe Colombo, giunto alla 75a edizione (2.200 lire); la seconda edizione del « Manuale dell'agronomo » del prof. Giuseppe Tassinari (3.200 lire); la decima edizione del « Vademecum per l'ingegnere costruttore meccanico » del prof. ing. Celeste Malavasi (2.500 lire); la settima edizione del « Manuale del geometra » di Luigi Gasparelli (2.200 lire); la seconda edizione del « Manuale del costruttore edile e del geometra » nella collezione dei Manuali Cremonese (1.800 lire); edizioni tutte molto recenti, rivedute, aggiornate ed arricchite sulla base di molti anni di esperienza e delle più puntuali acquisizioni.

In questi giorni alle opere citate si

SCIENZA E VITA PRATICA

è aggiunto il secondo volume del « Manuale del chimico » che è il rifacimento, a cura degli ingg. H. ed L. Molinari e dell'ing. C. Treves, del famoso « Manuale del chimico industriale » di Gabba-Molinari. Il primo volume (5.000 lire) uscito nel 1948 comprende i seguenti capitoli: Tabelle matematiche; Algebra; Trigonometria piana; Unità di misura; Costanti fisiche e caratteristiche; Proprietà della materia; Densimetria; Pesi specifici; Viscosità; Tensione superficiale; Termometria; Pirometria; Dilatazione e capacità termica; Barometria; Igrometria, ecc. ecc.

Il secondo volume, che costa anch'esso 5.000 lire, contiene: Termodinamica generale; Cinetica chimica; Statica chimica; Stato colloidale; Elettrochimica; Analisi spettrochimica; Analisi chimica.

Questi volumi, e qualsiasi altro di edizione italiana in corso, possono essere richiesti al « Servizio Librario di Scienza e Vita » (Roma, Piazza Madama 8), accompagnando la commissione con l'importo del volume maggiorato del 5% per le spese postali.


conquiste della
tecnica moderna
penna a serbatoio
ANCORA
Pregio e fascino della scrittura